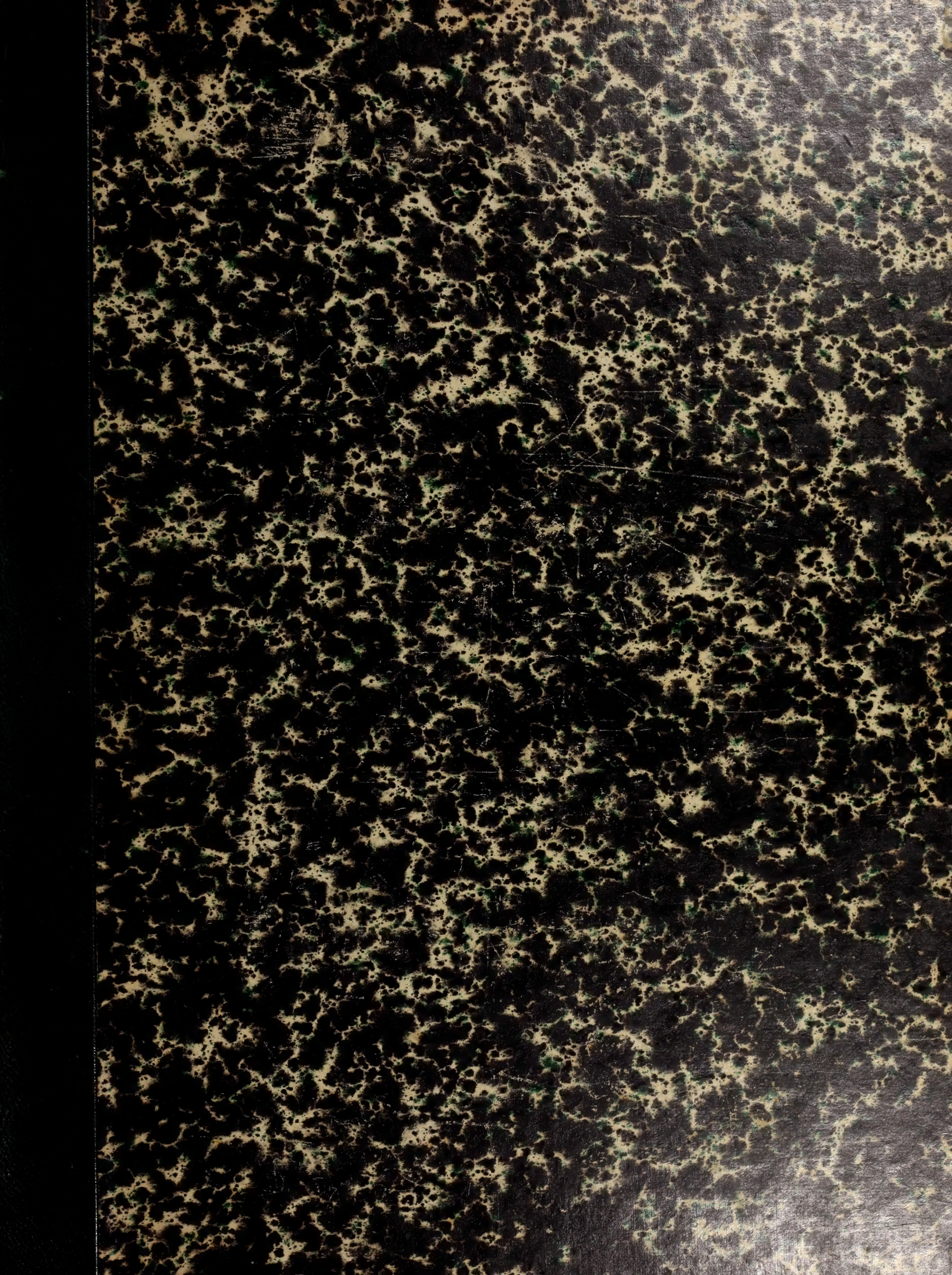




UNIVERSITY OF ILLINOIS
LIBRARY

Class
605

Book
GE

Volume
16

Je 05-10M



LE GÉNIE CIVIL

SOCIÉTÉ ANONYME

DE PUBLICATIONS ET CONSULTATIONS TECHNIQUES

COMITÉ SUPÉRIEUR DE RÉDACTION

DU JOURNAL LE GÉNIE CIVIL

MM.

GEORGES BERGER, G. O. ✱, O. I. ✱, ancien Directeur général de l'exploitation de l'Exposition universelle de 1889, Président honoraire de la Société internationale des Électriciens.

R. BISCHOFFSHEIM, ✱, Ingénieur civil.

BIVER, ✱, Ingénieur, Administrateur de la Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey.

BOURDAIS, O. ✱, O. I. ✱, Architecte du Palais du Trocadéro, ancien Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils.

BOUTILLIER, ✱, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École Centrale et à l'École des Ponts et Chaussées.

CAUVET, C. ✱, Directeur de l'École Centrale des Arts et manufactures.

E. CHABRIER, O. ✱, Ancien Ingénieur de la voie au chemin de fer de l'Ouest, Administrateur de la Compagnie générale Transatlantique, ancien Président de l'Association des anciens élèves de l'École Centrale.

CH. COTARD, ✱, Ingénieur civil, ancien élève de l'École Polytechnique.

DECAUX, ✱, Directeur des teintures des Manufactures nationales des Gobelins et de Beauvais.

DEHÉRAIN, O. ✱, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'histoire naturelle et à l'École d'agriculture de Grignon.

DIETZ-MONNIN, C. ✱, Ancien président de la Chambre de Commerce de Paris, ancien Directeur de la section française à l'Exposition universelle de 1878.

DUMOUSTIER DE FRÉDILLY, ✱, Chef de bureau au Ministère du Commerce et de l'Industrie.

EIFFEL, O. ✱, Ingénieur-Constructeur, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

ALFRED EVRARD, ✱, ancien Directeur général de la Compagnie des Forges de Châtillon et Commentry, membre du Conseil de perfectionnement de l'École des Mines de Saint-Étienne.

JOSEPH FARCOT, O. ✱, Ingénieur-Constructeur, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

FICHET, Ingénieur civil.

FRIBOURG, O. ✱, Directeur du Matériel et de la Construction à l'Administration des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École supérieure de Télégraphie.

FERDINAND GAUTIER, Ingénieur civil, ancien secrétaire du Comité des Forges de France.

GRANDVOINET, ✱, Professeur de Génie rural à l'Institut national agronomique.

HALLOPEAU, O. I. ✱, Ingénieur de la Compagnie de P.-L.-M., Professeur à l'École Centrale.

HUDELO, ✱, O. I. ✱, Ingénieur civil, Vice-Président de l'Association Polytechnique, membre de la Commission des logements insalubres.

MM.

JOSEPH IMBS, ✱, ✱, Ingénieur, Professeur de filature et de tissage au Conservatoire des Arts et Métiers.

JACQUEMART, O. ✱, Ingénieur civil des Mines, Inspecteur général des Écoles d'Arts et Métiers et de l'Enseignement technique.

PAUL JOUSSELIN, ✱, I. ✱, Ingénieur, Chef de la troisième division de l'exploitation à la Compagnie des chemins de fer de P.-L.-M., Expert près les Tribunaux.

C. LAURENS, ✱, Ingénieur civil et métallurgiste, ancien Président de l'Association des anciens élèves de l'École Centrale.

LAUTH, O. ✱, Administrateur honoraire de la Manufacture nationale de porcelaine de Sèvres.

LAVALLEY, O. ✱, Ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

LEVASSEUR, O. ✱, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France et au Conservatoire des Arts et Métiers.

H. LEAUTÉ, ✱, Ingénieur des Manufactures de l'État, Répétiteur à l'École Polytechnique, lauréat de l'Institut, Directeur des études à l'École préparatoire de l'École Monge.

MAURICE LEVY, O. ✱, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École Centrale et au Collège de France.

E. LISBONNE, O. ✱, Directeur des Constructions navales, en retraite.

MARIÉ DAVY, ✱, Directeur honoraire de l'Observatoire météorologique de Montsouris.

G. MASSON, ✱, Membre de la Chambre de Commerce de Paris.

NIVOIT, ✱, Ingénieur en chef des Mines, Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'École des Ponts et Chaussées.

H. RÉMAURY, ✱, Ingénieur-conseil, ancien Directeur des Forges d'Ar-sur-Moselle et de Pompey.

RICHEMOND, O. ✱, Administrateur de la Société centrale de construction de machines de Pantin, Juge au Tribunal de Commerce de la Seine.

RISLER, C. ✱, Directeur de l'Institut national agronomique.

T. SEYRIG, Ingénieur-Constructeur.

CH. THIRION, ✱, Ingénieur civil, Conseil en matière de propriété industrielle.

ÉMILE TRÉLAT, O. ✱, Architecte en chef du département de la Seine, Directeur de l'École spéciale d'Architecture, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

F. VALTON, ✱, Ingénieur, ancien chef de service des Aciéries de Terrenoire.

VIGREUX, O. ✱, Ingénieur civil, Professeur à l'École Centrale, ancien chef du Service mécanique et électrique à l'Exposition de 1889.

CAMILLE VINCENT, ✱, ✱, Ingénieur civil, lauréat de l'Institut, Professeur à l'École Centrale.

MAX DE NANSOUTY, O. I. ✱, Ingénieur civil,

Membre du Comité de la Société des Ingénieurs civils, et du Comité de la Société internationale des Électriciens,
Rédacteur en Chef-Gérant du journal le Génie Civil.

CH. TALANSIER, Ingénieur, Secrétaire général de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du travail,
Secrétaire de la Rédaction.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

MM. **BARBIER**, **R. BISCHOFFSHEIM**, **H. BIVER**, **CH. BRICOGNE**, **E. CACHEUX**, **E. CHABRIER**, **ABEL COUVREUX**,
H. DEUTSCH, **G. DUPONT**, **G. EIFFEL**, **R. FAURE**, **E. GENESTE**, **J. GROUVELLE**, **ADOLPHE JAPY**, **C. LAURENS**,
ED. LIPPMANN, **H. MENIER**, **H. RÉMAURY**, **RICHEMOND**, **CH. THIRION**, **E. WATEL**.

BUREAU DU CONSEIL

H. RÉMAURY, *Président*; **H. BIVER**, **RICHEMOND**, *Vice-Présidents*.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Paraissant tous les Samedis

HONORÉE PAR LES MINISTRES DE SOUSCRIPTIONS POUR LES GRANDS ÉTABLISSEMENTS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES DE L'ÉTAT

Récompenses aux Expositions d'Électricité (Paris 1881), d'Amsterdam (1883)
de Nice (1884)
d'Anvers (1885), de Barcelone (1888)

MÉDAILLE D'OR A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

INDUSTRIE — TRAVAUX PUBLICS — AGRICULTURE — ARCHITECTURE — HYGIÈNE
ÉCONOMIE POLITIQUE — SCIENCES — ARTS

DIXIÈME ANNÉE. — TOME XVI

PREMIER SEMESTRE 1889-1890

ADMINISTRATION & RÉDACTION

6, rue de la Chaussée-d'Antin, 6

PARIS

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — *Travaux publics.* Travaux sous-marins de l'avant-port de la Pallice (La Rochelle), p. 1 ; HENRI MAMY. — Essais de halage funiculaire, système Oriolle, p. 3 ; P. DE MONICOURT. — *Chemins de fer.* Projet de chemin de fer Métropolitain pour Paris, p. 6 ; A. FLAMANT. — *Mécanique.* Mouton à friction, p. 10. — *Informations.* École Centrale des Arts et manufactures. Liste des candidats admis à la suite du concours de 1889, p. 11. — Le prolongement de la ligne des Moulineaux dans Paris, p. 11.

Exposition universelle de 1889. Établissements Menier. Fabrication du chocolat. Fabrication du caoutchouc (*planches I, II et III*), p. 12 ; MAX DE

NANSOUTY. — La maison Kennedy (Kennedy's patent Water Meter Co), p. 21. — L'Exposition des chemins de fer. Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62 (*suite*), p. 23 ; M. COSSMANN. — Produits de l'exploitation des mines et de la métallurgie. Fonte, fer et acier, p. 25 ; G. BRESSON.

Chronique de l'Exposition, p. 27.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des sciences, séance du 30 septembre 1889, p. 28 ; G. PETIT.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 28.

Planches I, II et III : Usine de Noisiel. Fabrique de chocolat de MM. Menier, et cité ouvrière.

TRAVAUX PUBLICS

TRAVAUX SOUS-MARINS DE L'AVANT-PORT DE LA PALLICE (La Rochelle.)

La construction de l'avant-port de La Pallice (La Rochelle) a donné lieu à une série d'intéressants travaux sous-marins, exécutés par MM. Zschokke et Terrier, au moyen d'engins et de procédés nouveaux.

Il restait, dès lors, à exécuter au large de cette enceinte les travaux sous-marins proprement dits.

La jetée sud devait être prolongée de 306 mètres au delà de son point d'attache avec le batardeau ; la jetée Nord devait être prolongée de 125 mètres et l'on devait exécuter des dérochements sous-marins entre ces deux jetées et dans le chenal d'accès au large.

Dans les plans primitifs des Ingénieurs, les blocs des deux jetées devaient être fondés à la cote (— 5 mètres), mais des raisons d'économie

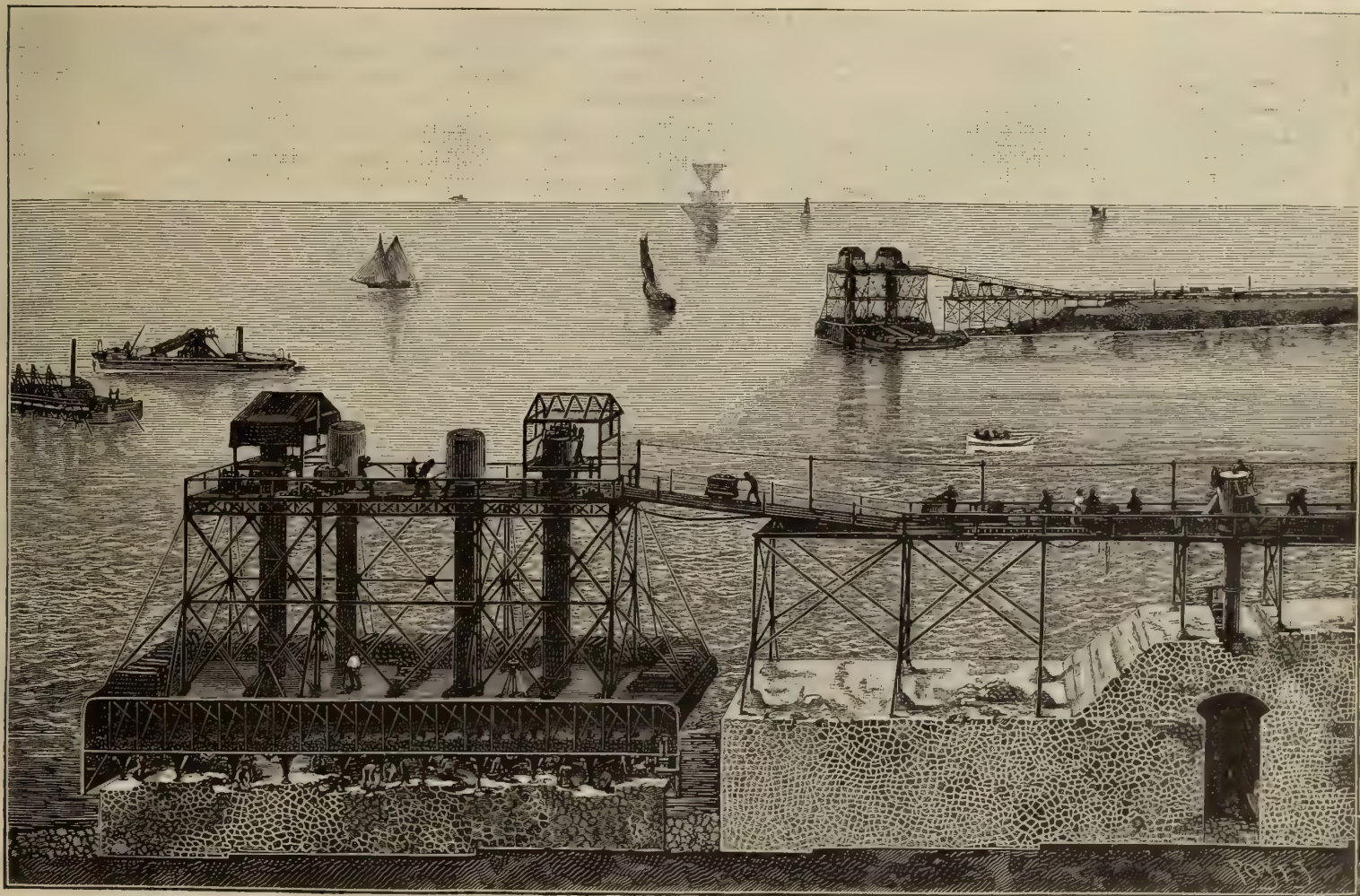


FIG. 4. — Travaux de fondation à l'air comprimé de l'avant-port de la Pallice, à La Rochelle.

Voici quelques détails sur ces travaux, qui consistent en dérochements et en construction de jetées.

On avait commencé par construire les jetées nord et sud à la marée, depuis le rivage jusqu'à la laisse des basses mers de vives eaux moyennes, à la cote (+ 0^m 70). Ces deux jetées avaient été réunies l'une à l'autre par un batardeau de 300 mètres, construit à la marée suivant la laisse des basses mers et, dans l'enceinte ainsi formée, on avait épuisé, puis déblayé à sec jusqu'à la cote (— 5 mètres).

ont conduit à modifier ces projets et à décider que les blocs seraient seulement encastrés de 0^m 50 à 1^m 50 dans le sol.

Nous examinerons successivement, au cours de cette note, la construction des jetées sous-marines, puis les dérochements.

Jetées sous-marines. — Le système de caissons perdus, maçonnés sur le plafond à l'intérieur de batardeaux, était absolument impraticable, étant donné que les jetées devaient être construites au large, sans abri contre la mer et les tempêtes. Aussi les entrepreneurs ont-ils

eu recours au principe des caissons-cloches mobiles, que M. Zschokke avait précédemment employés pour la fondation des quais de Paimbœuf et d'une partie des écluses de Saint-Malo. Ils ont pu ainsi fonder à sec, en pleine vague, sans laisser aucune partie de fer ou de tôle dans les maçonneries, 24 blocs sous-marins de 160 mètres carrés, dont les plus hauts avaient un volume de 1 150 mètres cubes. Les intervalles de deux à trois mètres entre ces blocs étaient franchis par de petites voûtes en maçonnerie.

Pour exécuter ces travaux, deux caissons mobiles semblables en fer ont été construits par MM. Baudet et Donon, sur les dessins fournis par l'entreprise. Chaque caisson avait 22 mètres de longueur et 10 mètres de largeur; il présentait deux compartiments superposés. Le compartiment inférieur, de 1^m 80 de hauteur, était la chambre de travail; le compartiment supérieur, de 2 mètres de hauteur, était une chambre dite d'équilibre, complètement étanche; sur le plafond de laquelle s'élevait un échafaudage en fer, de 7 mètres de hauteur, supportant une plate-forme de 16 mètres sur 4 mètres.

Cette plate-forme communiquait avec la chambre de travail au moyen de quatre cheminées verticales, dont deux portaient des sas ordinaires pour le passage des ouvriers, et des sas latéraux, de moindres dimensions, pour l'introduction du mortier, tandis que les deux autres, destinées à l'extraction des déblais et à l'introduction des moellons, étaient surmontées d'écluses à matériaux, à mouvement automatique.

Sur ces écluses étaient montés des moteurs Schmid, à air comprimé, destinés à actionner les treuils et alimentés par des machines soufflantes établies à terre.

Chaque caisson pesait 110 tonnes et portait, sur le plafond inférieur, une charge permanente en maçonnerie de 220 tonnes. Le caisson, dont le montage avait été fait à terre, était descendu à marée basse jusqu'au bas d'un plan incliné. Il était mis à flot à la marée haute suivante et remorqué à proximité du lieu d'échouage. La chambre d'équilibre étant remplie d'air et la chambre de travail remplie d'eau, le tirant d'eau était de 3^m 30.

L'échouage s'effectuait de la manière suivante. On s'amarrait sur la jetée en arrière et sur cinq bouées fortement ancrées, ce qui donnait six points d'appui solides. Les amarres passaient dans des poulies fixées au-dessus du plafond supérieur et aboutissaient à des treuils montés sur la plate-forme. En agissant sur ces treuils, on pouvait régler la position de l'appareil et l'aligner sur la partie de jetée déjà construite.

S'il s'agissait des premiers blocs, où la hauteur d'eau au-dessus du fond était inférieure, en basse mer, au tirant d'eau du caisson flottant, on laissait descendre celui-ci avec la mer, et dès qu'il touchait le fond, on remplissait d'eau la chambre d'équilibre de manière que le caisson ne fût pas soulevé par la marée montante.

S'il s'agissait, au contraire, de blocs placés plus au large et où le caisson ne pouvait plus toucher le fond, à basse mer, on ouvrait les soupapes donnant accès à l'eau dans la chambre d'équilibre, et le caisson s'échouait.

Pour équilibrer la sous-pression de 400 tonnes produite par l'introduction de l'air comprimé dans la chambre de travail, on surchargeait ce caisson d'environ 220 tonnes par des gueuses de fonte disposées sur le plafond supérieur.

Le premier travail exécuté dans le caisson consistait à le mettre de niveau en fouillant sous les parties les plus élevées du tranchant, on enlevait ensuite les couches superficielles du fond jusqu'à l'assise calcaire sur laquelle devait reposer le bloc.

Pour effectuer le relèvement sur place du caisson pendant l'exécution des maçonneries, on employait 24 gros vérins à vis, dont les tiges en acier avaient 1^m 80 de longueur et 0^m 10 de diamètre. Ces 24 vérins étaient manœuvrés par 48 hommes. Leurs tiges étaient disposées parallèlement aux parois et, à 1^m 50 de celles-ci, passaient dans des écrous en bronze montés sur la petite base de troncs de cône en tôle dont la grande base était rivée au plafond de la chambre de travail.

Les extrémités inférieures de ces tiges étaient demi-sphériques et reposaient dans des creux de même forme de plaques en fonte portant sur la maçonnerie. L'action des vérins à vis était secondée par celle de 6 vérins hydrauliques de 30 tonnes, manœuvrés par 12 hommes.

Au début de la maçonnerie, les vérins étaient remontés et leurs plaques se trouvaient à 0^m 80 au-dessus du sol; on pouvait donc exécuter une première assise de 0^m 80, sur laquelle on prenait appui pour élever le caisson de 0^m 40, ce qui exigeait environ sept quarts d'heure. On conservait alors comme appuis un vérin sur deux, on relevait les 12 autres et on maçonnait de 0^m 40 sous leurs plaques. Ces derniers servaient à leur tour d'appuis pendant qu'on remontait les premiers pour maçonner sous leurs plaques. On recommençait alors d'élever le caisson de 0^m 40 et on portait la hauteur du bourrelet de pourtour à 0^m 80. On remplissait ensuite l'intérieur en maçonnerie et l'on continuait la série des mêmes manœuvres jusqu'à ce que le bloc fût arasé à la cote (+ 1^m 50).

On maçonnait environ 8 heures sur 24; les 16 autres étaient em-

ployées au levage du caisson et aux approvisionnements, car on travaillait jour et nuit. 15 maçons, servis par 30 manœuvres, exécutaient environ 50 mètres cubes par jour.

Les grosses mers interrompaient souvent le travail, et ces interruptions se sont quelquefois élevées à plusieurs semaines. Le caisson était alors calé sur quatre gros piliers en maçonnerie, élevés sur le bloc jusqu'au plafond.

Lorsque le bloc était arasé à la cote (+ 1^m 50), il fallait le dégager pour le conduire à son nouveau point d'échouage. On attendait la plus prochaine marée élevant la haute mer jusqu'à la cote (+ 5^m 40), ce qui donnait environ 0^m 60 de marge pour le talonnement. On enlevait le lest en fonte, on remplaçait les six amarres à marée basse et on chassait l'eau de la chambre d'équilibre. Le caisson ainsi délesté remontait avec la marée. En agissant avec les treuils sur les amarres, on tirait ce caisson au large jusqu'à ce qu'il fût arrivé au-dessus de son nouveau point d'échouage, et on recommençait la manœuvre indiquée plus haut.

Par les mers calmes, l'opération était facile, mais elle devenait plus délicate par les mauvais temps. Elle aurait même été dangereuse si un brusque changement de temps avait surpris le caisson flottant au moment où l'on n'aurait pu ni le dégager du bloc, ni l'échouer de nouveau sur celui-ci. Il fallait être sûr de l'état de la mer, et l'on a dû quelquefois attendre 5 à 6 semaines pour réaliser cette opération, qu'il a fallu répéter 24 fois.

On accédait au caisson par la jetée, dont l'élévation suivait la construction des blocs de fondation à 50 mètres environ en arrière. Cet intervalle de 50 mètres était franchi au moyen d'une passerelle reposant sur une charpente solide et légère, dont les montants verticaux étaient des fers en U scellés dans la maçonnerie. Sur cette passerelle circulaient les wagonnets amenant les matériaux. Elle recevait également les fils conducteurs pour l'éclairage électrique et les deux conduites qui amenaient l'air comprimé fourni par cinq compresseurs Roy et Sautter-Lemmonieret deux petits compresseurs Burkhart à haute pression.

Lorsque la différence entre le niveau constant de la passerelle et le niveau variable de la plate-forme devenait trop considérable, on les raccordait par un petit platelage portant des rails sur lesquels les wagonnets étaient montés au moyen d'un treuil à air comprimé.

Dérochements sous-marins. — Le procédé employé pour effectuer le dérochement sous-marin de l'avant-port et du chenal a consisté à fonder, entre le musoir de la jetée nord et le douzième bloc de la

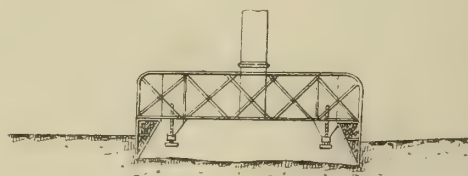


Fig. 2. — Coupe transversale d'un caisson en fonçage.

jetée sud, quatre blocs supplémentaires à travers la passe d'entrée de l'avant-port, à joindre ces blocs entre eux par une maçonnerie étanche, de façon à constituer un second batardeau en remplissant de maçonnerie les ouvertures sous voûtes entre les blocs des jetées, à épuiser la nouvelle enceinte, d'environ 26 000 mètres carrés, formée par les deux jetées et les deux batardeaux et, après avoir démoli le premier batardeau, à enlever, par les procédés habituels, les 120 000 mètres cubes de la seconde enceinte.

Les quatre blocs supplémentaires ont été fondés à la cote (— 3 mètres), et on a élevé sur eux le batardeau à la cote (+ 10 mètres). Deux aqueducs, ménagés dans la maçonnerie et munis de vannes, permettaient de vider l'enceinte en basse mer jusqu'à la cote (+ 0^m 50), avant de commencer l'épuisement.

Pour assurer l'étanchéité de l'enceinte, il fallait boucher sous l'eau les ouvertures laissées libres sous les voûtes qui relient les blocs. C'est là une des plus sérieuses difficultés qu'on ait rencontrées. Pour la résoudre, on a converti chacun de ces intervalles en un véritable petit caisson, dont les parois étaient formées par les deux blocs à souder, la voûte de jonction et deux panneaux latéraux métalliques.

Ces panneaux étaient formés de cadres de 0^m 40 et 0^m 50 de hauteur en tôle et cornières, qu'on assemblait par des boulons avec joint en caoutchouc.

Dans chaque voûte on avait ménagé une cheminée verticale de 0^m 70 de diamètre, qui s'élevait à travers le massif de la jetée jusqu'à la cote (+ 8 mètres). A ce niveau, on avait arrêté la construction de la jetée et disposé deux treuils à l'aplomb des deux parements pour la manœuvre des panneaux métalliques.

Les cadres constitutifs de ces panneaux étaient courbés à leurs extrémités en forme de patins qui s'appuyaient sur les parois longitudinales des deux blocs. Quant au cadre supérieur, il était aussi recourbé

sur sa face longitudinale supérieure et complétait l'obturation sur le parement de la maçonnerie au-dessus de la voûte.

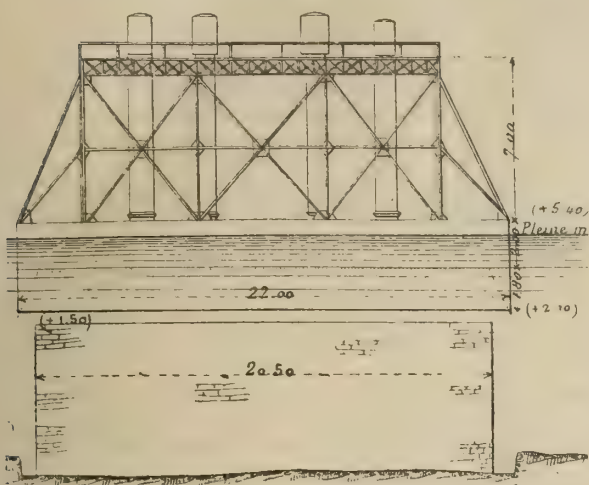
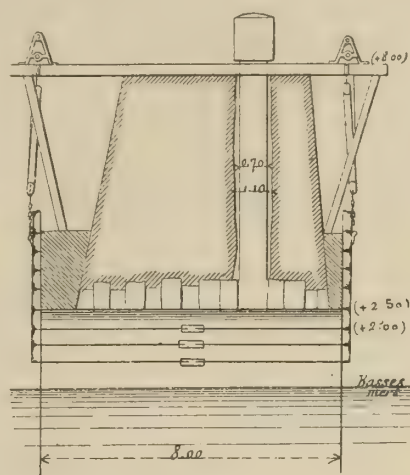


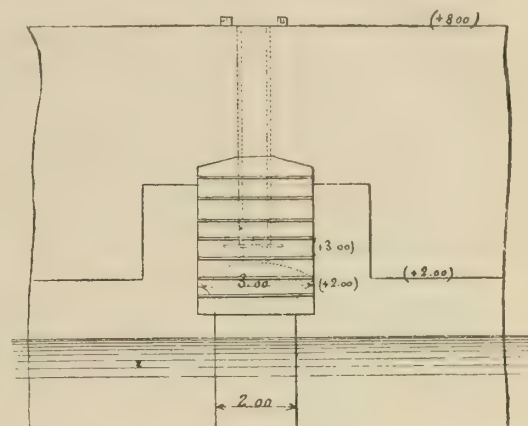
FIG. 3. — Caisson enlevé du bloc.

Des tirants à vis, boulonnés aux cornières des cadres, servaient à rapprocher et serrer les deux panneaux.

Les deux panneaux à placer face à face étaient composés dans



Coupe en long.



Vue de face.

FIG. 4. — Pertuis. Mise en place des panneaux.

(+ 5 mètres), des trous qu'on garnissait ensuite d'une cartouche en fer-blanc contenant 2 kilogr. de dynamite. Ces perforatrices, ainsi que les machines à vapeur qui les actionnaient, étaient montées sur

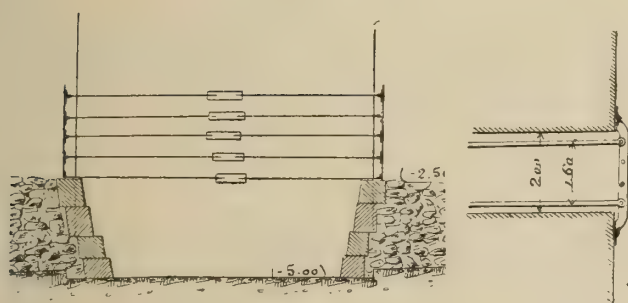


FIG. 5. — Pertuis. Maçonnerie des murettes.

chaque cas d'un nombre de cadres déterminé par la distance verticale de l'intrados de la voûte à la couche de débris obstruant le fond de l'espace à remplir. Ainsi préparés, ils étaient suspendus aux treuils et descendus en basse mer.

On les maintenait d'abord à la hauteur nécessaire pour que les cornières des cadres inférieurs vinssent se placer un peu au-dessous de l'intrados de la voûte et un peu au-dessus de la basse mer; on plaçait alors, en les serrant légèrement, les deux tirants de ces cornières inférieures. On continuait ainsi à descendre les deux panneaux chaque fois d'une hauteur de cadre, et à serrer les tirants des cornières correspondantes jusqu'à ce que ces panneaux eussent atteint le fond.

Ces dispositions prises, on attendait la basse mer suivante, et l'on serrait alors à fond les tirants des cadres supérieurs. Avec de la glaise, du ciment à prise rapide et de l'étaupe, on faisait un joint étanche entre ces premiers cadres et les parois des blocs, puis on refoulait l'eau au moyen de l'air comprimé, et, au fur et à mesure que les cadres inférieurs étaient mis à découvert, on serrait à fond leurs tirants et on lutait les joints.

Lorsqu'on avait ainsi obtenu une chambre de travail étanche jusqu'à la surface du mélange de moellons et de glaise remplissant le fond de l'espace à obstruer, on construisait sous les cornières inférieures des panneaux, de petites murettes de 0^m50 de hauteur, et, au moyen de l'air comprimé, on déblayait à sec jusqu'au pied de ces murettes. On en construisait alors deux autres au-dessous des précédentes, et l'on procédait ainsi, échelon par échelon, jusqu'au banc de rocher.

Quand l'espace à combler a été rempli jusqu'à la cote (+ 1 mètre), on a enlevé les panneaux au moyen des treuils et on les a chargés sur des bateaux, pour les employer en un autre point du chantier.

La réussite de ces procédés a été complète, et l'on a pu exécuter le dérochement à sec sans aucune infiltration à travers l'enceinte maçonnée.

Quant aux dérochements d'environ 10 000 mètres qu'il fallait exécuter au large, sous l'eau, on a utilisé pour ce travail des perfora-

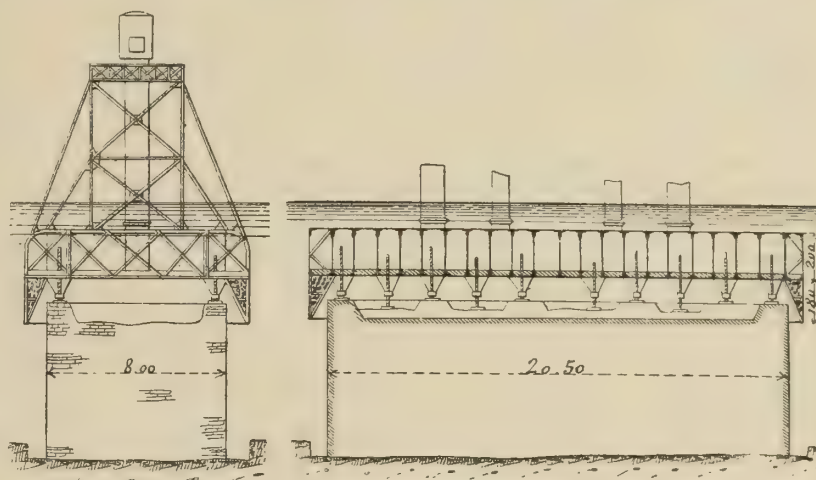


FIG. 6. — Exécution des blocs. Relèvement du caisson sur vérins.

bateau. Un coup-de-poing électrique déterminait l'explosion, et une forte drague porteuse enlevait les débris, qu'elle allait immerger au large.

HENRY MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ESSAIS DE HALAGE FUNICULAIRE

Système Oriolle.

Les dépenses considérables faites durant ces dernières années pour l'amélioration de notre réseau de navigation intérieure, ont eu pour résultat un développement rapide de la batellerie qui fréquente les voies navigables; le tonnage des transports a augmenté de 30 %. Mais cet accroissement même tend à rendre les voyages plus lents et plus irréguliers, et par suite à augmenter les frais de transport, notamment sur les principales voies qui se trouvent fréquemment encombrées. De là la nécessité d'établir un mode de locomotion plus approprié que les moyens de halage usités jusqu'ici, aux conditions techniques et au trafic de la plupart de nos grandes lignes de navigation.

La traction par câble télodynamique paraît être actuellement la solution pratique de cet important problème. Il a été déjà parlé (1) ici des remarquables expériences faites en 1888, à Joinville-le-Pont, à la jonction des canaux de Saint-Maur et de Saint-Maurice, par M. Maurice Lévy, expériences qui ont été reprises depuis, sur une grande échelle, et dont le *Génie Civil* se réserve de rendre compte ultérieurement.

Aujourd'hui, nous nous proposons de décrire le système qui vient d'être appliqué par M. P. Oriolle, Ingénieur-Constructeur à Nantes, sur une section du canal de Saint-Quentin, où il avait déjà fait, en 1883 et 1884, une série d'expériences qui, si elles n'ont pas abouti parce que l'auteur n'avait pas pu réussir alors à empêcher le câble de dérailler, avaient du moins clairement mis en lumière les desiderata

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIV, n° 8, p. 113

à réaliser pour résoudre d'une manière satisfaisante et pratique la question fort complexe du halage funiculaire.

Ces desiderata forment l'objet de trois problèmes principaux que M. Oriolle formule de la façon suivante :

1^o Poser le câble sur ses supports de telle sorte qu'il ne puisse les quitter et que les frottements et par conséquent l'usure du câble soient aussi faibles que possible ;

2^o Réaliser entre le câble moteur et la péniche à remorquer un mode d'attache tel que le batelier, depuis son bord et sans être obligé d'aller à terre, puisse à son gré se rendre solidaire ou indépendant du câble animé d'un mouvement de translation continu ;

3^o Disposer sur la péniche un appareil de démarrage progressif supprimant les à-coups, tant au démarrage que pendant la marche, et évitant automatiquement les avaries qui pourraient se produire en cas d'échouage ou de talonnement du bateau. Ces trois problèmes ont été résolus par M. Oriolle de la manière suivante :

1^o *Pose du câble.* — Les premiers essais avaient amené à reconnaître qu'il est très difficile, sinon impossible, avec un câble, même fortement tendu, d'opérer le remorquage sans déraillement, c'est-à-dire sans que le câble soit rejeté en dehors des gorges de ses poulies-supports, si ces poulies ont leur axe invariablement fixe, quelque bien réglée que soit la direction de cet axe.

On se rend compte de cette difficulté en analysant l'effet de la remorque sur le câble moteur. Sous l'effort dû au remorquage, le point d'attache de la remorque sur le câble tend à se rapprocher du canal ; la corde de l'arc compris entre ce point d'attache et le point de suspension du câble tend à se placer dans la direction de la remorque. Au moment où l'attache de la remorque arrive dans le voisinage de la poulie, le câble vient s'appliquer sur la joue de la poulie et prend son contact avec cette joue et non dans le fond de la gorge ; l'effort a lieu à cet instant dans une direction très oblique, et on conçoit facilement que sa valeur, qui peut atteindre et dépasser 400 ou 450 kilogr., soit suffisante pour maintenir le contact du câble sur la joue et produire le déraillement dès que ce contact arrive sur la verticale de l'axe de la poulie.

Pour éviter cet inconvénient, M. Oriolle dispose son câble sur des poulies à gorge reliées à des supports fixes par une suspension mobile et équilibrée par des contrepoids. Ceux-ci peuvent se déplacer sur leurs tiges de suspension et permettent, par conséquent, de relever à la demande le centre de gravité de tout l'ensemble et d'assurer toute la mobilité désirable.

La poulie ainsi disposée peut se mouvoir dans tous les sens, même sous l'action d'un faible effort ; elle vient donc à chaque instant se placer dans le plan des deux brins du câble, qui restent appliqués au fond de la gorge. Cette gorge porte une rainure centrale servant de guide au câble.

Il sera facile, pour réduire l'usure au minimum, de garnir cette rainure de bois ou de cuir debout, suivant la disposition généralement adoptée pour les poulies de transmission télodynamique.

2^o *Liaison de la remorque et du câble.* — M. Oriolle relie la remorque au câble au moyen d'une attache métallique appelée menotte.

Cet appareil (fig. 1) se compose d'une douille métallique portant à sa

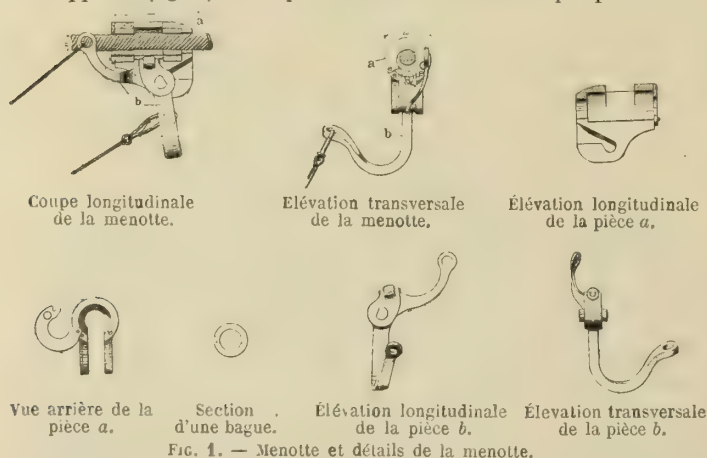


Fig. 1. — Menotte et détails de la menotte.

partie inférieure une ouverture longitudinale permettant de l'engager sur le câble. Dans cette douille viennent se loger trois bagues d'acier trempé en deux pièces s'assemblant à queue d'hironde. Cette disposition permet de les monter et de les démonter sur le câble en marche : ces opérations se font très rapidement et sans difficulté.

Un levier à deux branches porte par un axe horizontal sur les joues inférieures de la douille de la menotte. La branche inférieure du levier est reliée à la corde de remorque : à la branche supérieure s'attache une cordelette dite *corde de déclenchement*.

Le fonctionnement de cet appareil est des plus simples. Une tension de la remorque détermine l'appui du galet porté par le levier sur la bague médiane, qui se soulève.

Le coincement du câble entre cette bague et les deux bagues latérales produit une adhérence suffisante pour le remorquage. Cet effort

est d'ailleurs d'autant plus grand que la tension de la remorque est plus énergique.

En agissant au contraire sur la cordelette de déclenchement, on fait cesser ce coincement, et les trois bagues se replacent dans le prolongement l'une de l'autre, laissant glisser le câble, qui traverse alors la menotte sans l'entraîner.

On remarquera que le mouvement de rotation que prend toujours un câble animé d'un mouvement de translation, peut s'effectuer librement, sans amener l'enroulement de la remorque ; les bagues peuvent en effet tourner sur la douille dans leur logement.

La menotte, à son passage sur les poulies, est guidée au moyen d'une pièce métallique ou pare-menotte, fixée à la suspension des poulies. Ce guide relève le levier de la menotte et oblige la douille à passer dans le fond de la gorge, quels que soient les efforts et la direction de la remorque. Le déraillement du câble est ainsi rendu impossible. Le pare-menotte est muni également d'un pare-remorque rejetant les remorques vers le canal et les empêchant de s'engager dans la gorge de la poulie.

Ce fonctionnement de la menotte permet donc au marinier, même seul sur son bateau, en tout point du parcours, de provoquer, maintenir ou suspendre son entraînement, et cela sans aller à terre.

3^o *Appareil de démarrage et de sécurité.* — Le démarrage s'opère au moyen d'un appareil nommé *boulard* (fig. 2). Cet appareil se compose

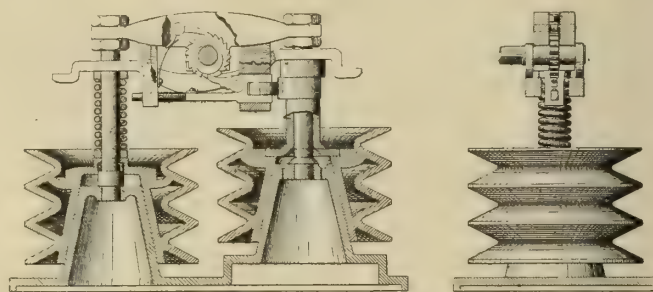


Fig. 2. — Coupes longitudinale et transversale du boulard.

de deux bittes à gorge en fonte, reposant chacune sur un pivot tronconique venu de fonte avec le socle de l'appareil. La remorque est enroulée sur les bittes. Au moment du démarrage, la corde, en se déroulant, fait tourner les bittes qui, dans ce mouvement, se trouvent progressivement serrées sur leur pivot ; l'effort, presque nul au début, atteint graduellement le maximum nécessaire au halage. Les expériences faites en interposant un dynamomètre sur la corde de remorque ont conduit M. Oriolle à fixer ce maximum à 450 kilogr. A chaque tour des bittes, l'effort de traction augmente de 50 kilogr. environ ; après neuf tours, l'effort nécessaire pour faire tourner les bittes atteint 450 kilogr., et grâce au dispositif du rochet, ce maximum une fois atteint, est conservé sans pouvoir être dépassé ; on peut d'ailleurs en faire varier à volonté la valeur, en graduant la tension du ressort du boulard. On limite ainsi l'effort exercé sur le câble, tout en évitant l'usure de la remorque, et cette condition a son importance, la remorque appartenant aux mariniers.

Le boulard sert également à éviter les à-coups qui pourraient se produire en cas d'abordage, d'échouage ou de talonnement ; à cet effet, la cordelette de remorque est fixée à un levier de déclenchement calé sur l'arbre de l'excentrique qui produit le serrage des bittes. Si, pour une raison quelconque, l'effort de traction vient à augmenter brusquement et à dépasser le maximum prévu, les bittes, sous cet effort, se mettent à tourner et la remorque file ; la distance du point d'attache de la menotte sur le câble à la péniche à remorquer va, par suite, en augmentant ; la cordelette de déclenchement, qui est fixée d'une part au levier supérieur de la menotte et d'autre part sur le levier du boulard, ayant une longueur fixe, ne tarde donc pas à se tendre ; sous cette tension, le levier de déclenchement du boulard tourne de 180° autour de son axe, et l'excentrique passe de la position du serrage maximum à celle du serrage minimum. La remorque s'allonge alors immédiatement et mollit, tandis que la cordelette de déclenchement, restant tendue, fait osciller le levier supérieur de la menotte et la rend indépendante du câble.

Grâce à ce déclenchement automatique, le bateau cessera immédiatement d'être remorqué, tandis que la menotte reste libre sur le câble, à la disposition du marinier, qui pourra, lorsqu'il le jugera à propos, se rendre à nouveau solidaire du câble en agissant sur sa remorque et mollissant la cordelette de déclenchement.

Il est bon de remarquer que la présence du boulard est également utile, même pendant la marche normale du bateau. En effet, contrairement à ce que l'on pourrait croire tout d'abord, le mouvement d'un bateau dans un canal à écluses ne peut avoir la régularité de la marche du câble qui le remorque. La vitesse du bateau varie continuellement et se trouve tantôt supérieure, tantôt inférieure à celle du câble. Ces variations sont dues aux éclusées.

Le volume d'eau lâchée à chaque éclusée produit tout d'abord dans le bief un courant descendant qui augmente la vitesse des bateaux

avalants, tandis qu'il retarde celle des montants. Après avoir parcouru l'étendue du bief, ce volume d'eau vient buter contre l'écluse aval, et ce choc donne naissance à un courant de sens inverse.

Dans un canal à circulation active, il se produit incessamment des courants de vitesses et de directions variables, qui sont d'autant plus sensibles que les biefs sont plus courts.

Il s'ensuit que la remorque éprouve des variations brusques de

(fig. 3) on rencontre trois écluses, deux ponts, deux courbes, dont l'une n'a que 100 mètres de rayon; enfin le câble traverse le canal de la Fère à sa jonction avec le canal de Saint-Quentin. On voit donc que ce parcours, relativement restreint, présente toutes les difficultés que l'on peut rencontrer dans l'installation d'un halage funiculaire.

Le câble employé est le même que celui qui avait servi aux essais

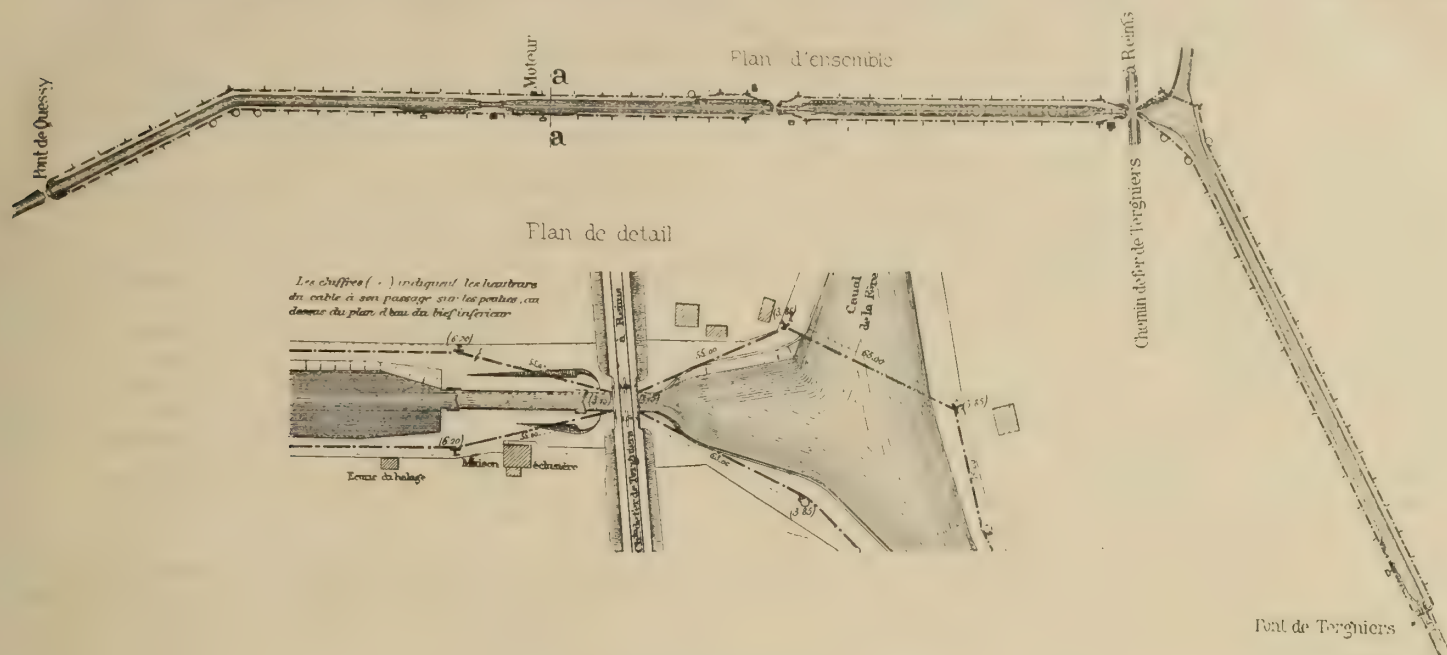


FIG. 3. — Plan général de l'installation de Tergnier.

tension, et on conçoit dans ces conditions l'utilité du bouvard pour limiter, pendant la marche, l'effort transmis par la remorque.

Cet appareil ingénieux est à la fois simple et rustique; il est facilement transportable, se place directement sur le pont des bateaux;

de 1884, et qui, depuis cet époque, était resté partie sur la berge, partie dans le canal, exposé à toutes les intempéries.

Ce câble a 21 millimètres de diamètre extérieur; il est composé de 6 torons de 7 fils d'acier commis sur une âme en chanvre goudronné. Les fils ont environ $2^{\text{mm}}36$ de diamètre, et la section transversale du métal est de 184 millimètres carrés, ce qui correspond, à la densité de 8, à un poids de $4^{\text{kil}}47$ par mètre courant pour la partie métallique.

Aux extrémités de la section, le câble traverse le canal sur des poulies horizontales. Les deux brins du câble longent le bord du canal à l'extérieur du chemin de halage qui reste libre; les supports courants sont espacés d'environ 60 mètres; la flèche du câble entre deux supports consécutifs et d'environ 700 millimètres, ce qui correspond à une tension approximative au repos de 3 kilog. par millimètre carré.

Les supports courants (fig. 4), ont été étudiés dans le but de présenter, avec une grande légèreté, toute la résistance nécessaire, et d'offrir, par leur forme même, une stabilité suffisante permettant d'éviter les fondations en maçonnerie qui pourraient, dans certains terrains, devenir relativement dispendieuses.

Certaines écluses présentent à leurs abords des élargissements formant garage. En ces points, le chemin de halage suit une ligne brisée. Pour éviter d'infléchir inutilement le câble, on a été conduit à employer des supports spéciaux en forme de potence (fig. 5). Le câble

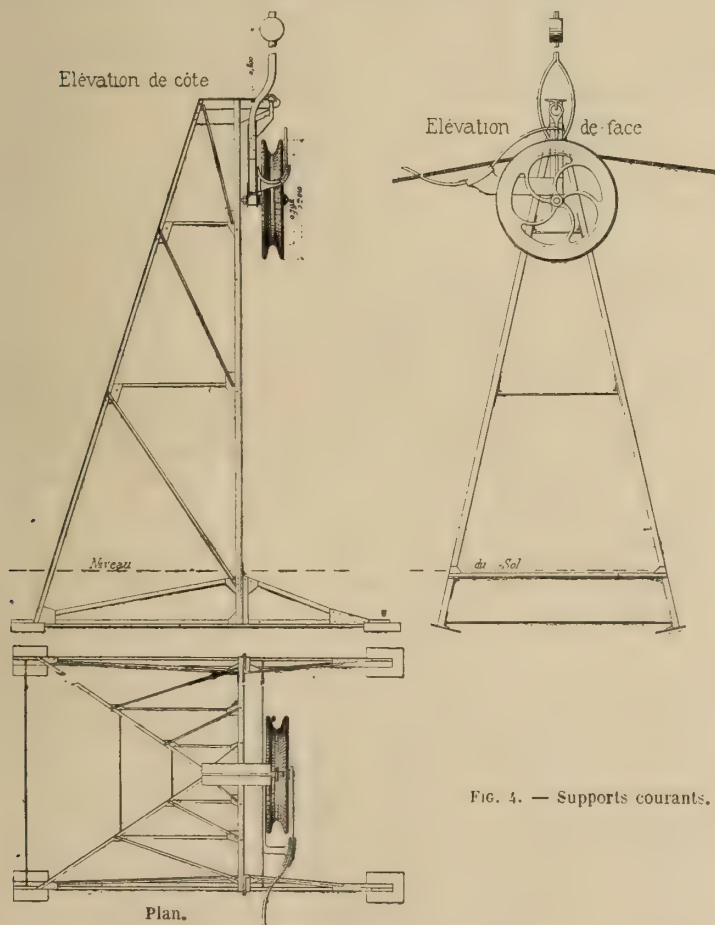


FIG. 4. — Supports courants.

pour le fixer, il suffit de le relier, au moyen d'une chaînette fixée à son socle, à l'une des bittes d'amarre en bois de la péniche à remorquer.

Tels sont les points caractéristiques du système de M. Oriolle. Nous allons indiquer comment l'application en a été faite à Tergnier, sur le canal de Saint-Quentin.

Expériences sur le canal de Saint-Quentin. — La section choisie pour cette installation a trois kilomètres de longueur. Sur ce parcours

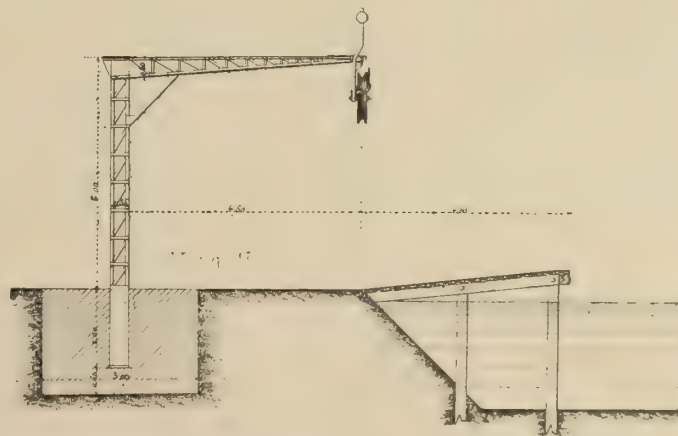


FIG. 5. — Supports en forme de potence.

se trouve ainsi suspendu en porte-à-faux, sur une poulie placée dans l'alignement des poulies voisines de part et d'autre.

Les ponts sont situés pour la plupart sur la tête aval des écluses. Le câble, surélevé à l'amont, vient ensuite plonger avec une forte inclinaison, sous le tablier. Il est en ces points guidé par des poulies en fonte disposées contre les culées.

Le passage dans la partie intérieure des courbes nécessite une disposition spéciale : le câble suit un tracé polygonal, chaque sommet d'angle étant marqué par un galet à axe vertical disposé dans le voisinage d'une poulie du type courant.

Le mouvement est donné au câble au moyen d'une locomobile de 30 chevaux, qui actionne, au moyen d'un train d'engrenages, une poulie d'entraînement.

La jante de cette poulie offre deux gorges garnies de douves en bois de pitch-pin. Sur le banc supportant cette poulie, se trouve placé un arbre sur lesquels sont emmanchées, folles, deux poulies à gorge. Le câble s'enroule successivement suivant deux demi-circonférences sur la poulie à gorge et sur chacune des poulies folles et sort de l'appareil d'entraînement.

L'arbre des poulies folles peut se rapprocher ou s'éloigner de la poulie d'entraînement à deux gorges. Ce dispositif permet de régler la tension du câble et de rattraper le mou qui se produit dans un câble neuf après quelque temps de fonctionnement.

Le câble, à sa sortie de l'appareil d'entraînement, traverse un compensateur à poids destiné à régulariser la tension dans le brin sortant ou brin mou.

Des essais quotidiens de remorquage ont été faits, pendant tout le mois de juillet, dans le bief supérieur resté plein pendant la période du chômage. Ces essais ont ensuite été continués dans ce bief et dans les biefs inférieurs, après la reprise de la navigation : ils ont consisté en remorquage simultané, sur le brin montant et sur le brin descendant du câble, des péniches chargées qui fréquentent le canal. Nous rappellerons que ces péniches, dont les formes sont absolument pleines, contiennent un chargement rarement inférieur à 300 tonnes.

Ces expériences ont été suivies à différentes reprises par les personnes les plus compétentes ; elles ont été clôturées par la visite des membres de la Société des Ingénieurs civils et par celle des membres du Congrès international de l'utilisation des eaux fluviales, qui ont eu lieu respectivement le 28 et le 29 juillet dernier.

Pendant tous ces essais, le remorquage s'est effectué sans difficultés, grâce au bon fonctionnement de la menotte et du bouldard ; le câble, sous les efforts les plus violents de la remorque, est resté continuellement dans la gorge de ses poulies, le déraillement étant rendu absolument impossible par le mode de suspension adopté.

Le déclenchement automatique du bouldard a été également vérifié en déterminant une résistance anormale à la marche de la péniche. Cette résistance était réalisée au moyen d'une corde de retenue jetée à terre et amarrée à un point fixe sur la berge pendant la marche.

Les passages sous les ponts et dans les courbes, les entrées et les sorties d'écluses, les croisements de péniches chargées se sont faits normalement sans le secours d'aucun homme à terre.

Pendant toute la durée des éclusées, la menotte restait indépendante sur le câble en mouvement, retenue par la cordelette de déclenchement fixée au bateau. Il suffisait de mollir cette cordelette pour voir immédiatement la corde de remorque se tendre et opérer le halage du bateau en faisant fonctionner le bouldard.

Les expériences dont nous venons de rendre compte paraissent avoir résolu d'une manière satisfaisante la question de la traction mécanique ; il ne reste à déterminer que le prix de revient d'un pareil système.

Tout ce que l'on peut dire quant à présent, c'est que son application doit entraîner une diminution notable des frais de traction actuels. Nous trouvons, en effet, dans un rapport fait au Congrès international pour l'utilisation des eaux fluviales par M. Derôme, Ingénieur en chef des Ponts et chaussées à Compiègne, un devis établi par M. Maurice Lévy des dépenses de premier établissement et des frais annuels d'exploitation pour un service de traction funiculaire sur la section de la ligne de Belgique vers Paris, qui s'étend d'Etrun à Janville.

D'après les chiffres fournis dans ce rapport pour l'installation du système de M. Maurice Lévy, la traction funiculaire reviendrait à 0 fr. 00175 par tonne kilométrique, soit à 66 fr. 15 pour un bateau de 270 tonnes allant à charge d'Etrun à Janville et revenant à vide de Janville à Etrun. Ce bateau payant actuellement 158 fr. 05, la traction funiculaire lui procurerait une économie de 91 fr. 90, soit de 58 %.

P. DE MONICOURT.

Ingénieur des Arts et manufactures.

CHEMINS DE FER

PROJET DE CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN POUR PARIS (1)

La question du chemin de fer métropolitain de Paris n'est pas nouvelle pour les lecteurs du *Génie Civil* : elle a fait l'objet, dans cette revue, de plusieurs publications remarquables que je n'ai pas la prétention de faire oublier, ni l'intention de reproduire sous une nouvelle forme.

(1) *Projet de chemin de fer métropolitain pour Paris*, par L. LE CHÂTELIER, Ingénieur des Ponts et chaussées.

Mais elle est si complexe et soulève tant de problèmes divers, qu'il me paraît y avoir encore place, après tout ce qui a été écrit sur son sujet, pour une nouvelle étude portant plus spécialement sur certains points de détail, qui, en tout état de cause, devront forcément s'imposer à l'attention des Ingénieurs qui auront à exécuter cette œuvre difficile.

Cette idée m'a été suggérée par la lecture du projet récemment étudié (avril 1889) par M. Le Châtelier, Ingénieur des Ponts et Chaussées, qui a eu la bonne fortune ou le rare talent d'obtenir la collaboration d'Ingénieurs particulièrement compétents dans les diverses spécialités relatives aux questions complexes que soulève une pareille étude. Aussi ce projet présente-t-il, au point de vue de la possibilité de l'exécution et du prix de revient, un caractère de certitude, qu'il doit à ce que les questions très délicates de la réfection des égouts rencontrés, de la ventilation des souterrains, de la traction, de l'établissement des stations, etc., sont étudiées dans tous leurs détails et résolues d'une manière qu'on peut considérer comme définitive.

Après quelques considérations générales sur l'utilité et le rôle d'un chemin de fer métropolitain à Paris, je décrirai rapidement le tracé proposé par M. Le Châtelier, en élaguant de cette description tout ce qui pourrait passer pour redites auprès des lecteurs du *Génie Civil* qui ont conservé le souvenir des publications antérieures sur le même sujet. Puis, sous la rubrique « infrastructure », je présenterai des généralités sur les remaniements d'égouts et de conduites, je donnerai la description de quelques-unes des sections types adoptées et quelques exemples des très nombreuses variantes étudiées en vue de situations particulières.

L'aménagement des stations, qui a fait l'objet d'une étude très complète, donnera lieu à un chapitre spécial.

Enfin, laissant de côté toutes les questions relatives à l'exploitation, la description du matériel roulant, celle des installations pour la formation des trains et leur mise en marche, le fonctionnement des dépôts, etc., je présenterai avec quelques détails la question capitale de la ventilation des souterrains, qui me semble avoir été étudiée et résolue d'une façon absolument complète.

La plus grande partie de ce qui va suivre est extraite à peu près textuellement du mémoire de M. Le Châtelier.

I. — Considérations générales. — Les motifs qui ont inspiré à la population parisienne le désir très net de voir Paris doté d'un moyen de transport si utile dans d'autres capitales sont surtout instinctifs.

Le métropolitain de Berlin est, avant tout, stratégique. A Londres et à New-York, la vie commerciale est localisée, et tous les jours, à heure fixe, une partie notable de la population doit converger vers un quartier restreint, pour se disperser, le soir, vers tous les points d'un territoire étendu.

A Paris, le motif stratégique, bien qu'existant à un point de vue tout spécial, ne saurait être déterminant, et les affaires, moins actives qu'à Londres ou à New-York, n'ont pas élu domicile dans une région particulière.

Si donc l'exemple de ces capitales a pu, à un certain moment, exciter la rivalité de la population parisienne, il ne saurait être valablement invoqué pour justifier ses désirs.

La circulation dans les rues de Paris, qu'elle ait un motif professionnel ou tout autre, est incessante et infiniment variée dans l'allure et la direction des parcours individuels. Aussi l'encombrement des grandes artères est-il à peu près permanent pendant toute la durée du jour et d'un bout de l'année à l'autre. Qu'une nouvelle voie soit percée, pour en soulager d'autres devenues insuffisantes, de nouveaux besoins, comprimés jusque-là, se font jour, et au bout de quelques années, on compte un point d'encombrement de plus. On a du reste fait, depuis trente ans, beaucoup de percées au centre ; il n'en reste plus que bien peu qui attendent des circonstances budgétaires propices à leur exécution, et il faut bien admettre que si le mal est patent, le remède est héroïque. On en jugera par cet exemple : la dépense à faire pour ouvrir la rue Réaumur, entre la Bourse et la rue Saint-Denis, sur 700 mètres, est le tiers du coût d'établissement du réseau métropolitain, long de 23 kilomètres, qui fait l'objet de cette étude.

Le rôle capital à remplir par le chemin de fer à Paris est de suppléer, sur les grandes lignes de circulation, à l'insuffisance des moyens actuels de transport, à doubler, en quelque sorte, à un niveau différent, le réseau des grandes artères, en offrant à toute heure, dans toute direction, un moyen de transport rapide, économique et de capacité illimitée.

Une autre considération imprime au métropolitain un caractère quasi édilitaire ; Paris présente ce double aspect assez curieux, d'être jugé inhabitable par une partie de la population, qui cherche dans la banlieue des conditions d'existence plus hygiéniques et moins coûteuses, et d'offrir encore, dans son enceinte, des espaces considérables voués à la culture. Ce qui manque à certains Parisiens pour habiter Paris, c'est ce que leur offrent les chemins de fer de banlieue, un mode de transport à heure fixe, à capacité suffisante et suffisamment rapide entre le lieu d'habitation et celui des occupations. L'un des objets du Métropolitain devra être la mise en valeur des quartiers encore inhabités parce qu'ils sont inaccessibles.

céder par étapes successives, en proportionnant les dépenses aux ressources financières du moment. Il convient donc de rechercher une solution compatible avec cette nécessité de ne violenter ni l'épargne privée ni le budget public, et qui soit néanmoins capable d'acquiescer dans l'avenir, une extension illimitée. Un projet de Métropolitain ne doit pas se présenter comme un tout grandiose qu'il faille adopter ou rejeter en bloc. Il doit comprendre d'abord un noyau doué d'une vitalité propre, établi dans des conditions à la fois économiques et productives, puis des parties annexes dont la construction pourra être ajournée et qui seront assez nombreuses pour que toutes les solutions, qui paraîtront désirables dans l'avenir, s'harmonisent avec les dispositions initiales.

[illegible]

superposer au service des trains urbains, un service de pénétration des trains de banlieue.

Telles sont, résumées aussi brièvement que possible, les raisons d'être d'un chemin de fer métropolitain à Paris. Elles sont d'ordre trop général pour conduire à la détermination d'un tracé, et d'autres considérations devront intervenir quand il faudra faire un choix entre toutes les solutions qui ont été et seront encore préconisées.

Il s'agit, en tout état de cause, de dépenses importantes; aussi serait-il imprudent de chercher dès le début à satisfaire tous les besoins, à quelque prix que ce fût. C'est en voulant le faire qu'on n'est parvenu jusqu'à présent à en satisfaire aucun. Il est difficile, du reste, dans une œuvre de pareille portée, d'affirmer que l'on ne regrettera pas demain ce qu'on aura fait aujourd'hui, et impossible de prévoir jusqu'où il sera plus tard nécessaire d'aller, pour avoir fait assez. Enfin, la détermination des charges et des recettes d'une opération de cette nature, sans précédents exactement assimilables, ne saurait être fournie que par la méthode expérimentale. Tous ces motifs commandent une grande modération dans les commencements de l'entreprise.

faire pénétrer au centre de Paris, pour trouver le principal élément de son trafic, éviter les conditions d'établissement coûteuses, toucher à quelques gares, à celles de préférence qui, éloignées du centre, ont une clientèle nombreuse; enfin surtout, constituer un ensemble, exécutable immédiatement avec des dimensions réduites, mais susceptible d'extensions considérables dans l'avenir.

II. Description du tracé et conditions techniques d'établissement. — Le Métropolitain ne peut évidemment suivre toutes les voies surchargées. Il doit s'attacher à desservir les grandes directions de la circulation, mais il dégagera ainsi, non seulement les voies qu'il touchera directement, mais une partie de celles qui en seront voisines.

On s'accorde à reconnaître qu'il y a dans Paris deux courants principaux de circulation. L'un est orienté de l'ouest à l'est, et plusieurs artères, parallèles à cette direction générale, peuvent se prêter à l'établissement de la voie ferrée sans grandes difficultés.

L'autre direction à desservir est orientée du nord au sud. Le tracé de la portion du réseau qui lui correspond dépend de la solution que recevra un problème assez ardu, celui de la traversée de la Seine.

Aucune solution pratique n'a pu être trouvée pour franchir la Seine.

au centre de Paris. Vers l'amont, un viaduc peut être établi en face de la Halle-aux-Vins, vers l'aval il est possible de passer des Champs-Élysées à l'Esplanade des Invalides, soit en viaduc, en remblayant quelque peu les parties de ces deux promenades qui attiennent à la Seine, soit souterrainement, dans des conditions qui, grâce à l'existence, sur les deux rives du fleuve, de grands espaces non bâtis, ne sauraient laisser une grande marge à l'imprévu. Il ne semble pas qu'entre ces deux points de traversée on puisse trouver une solution qui soit certainement exécutable à un prix admissible.

Puisqu'on ne peut franchir la Seine au centre de Paris, il faut se résigner à s'écarter à l'est ou à l'ouest, et pour ne pas sacrifier une région à l'autre, on est conduit à remplacer la traversée centrale par deux traversées excentrées, qui passent de part et d'autre du centre, à la moindre distance possible. Mais comme la figure formée par deux lignes, issues d'un tronc commun sur la rive droite, s'écarterait pour traverser la Seine et se rejoignant sur la rive gauche, présente dans ses deux sens principaux des dimensions comparables, on se trouve amené à adopter comme ossature du réseau une ligne circulaire ayant pour diamètre la distance de quatre kilomètres qui sépare les deux traversées de la Seine.

Un diamètre de la ligne circulaire, parallèle au fleuve, et des ramifications extérieures, dans diverses directions, complètent la physionomie schématique du réseau.

Le parti pris de faire modeste implique l'utilisation exclusive du dessus ou du dessous des voies existantes. Pour en épouser étroitement le tracé en plan et en profil, il convient d'adopter des rayons courts et des pentes fortes, et l'expérience montre qu'à Paris, presque toutes les solutions désirables peuvent être réalisées en limitant les pentes à 25 millimètres et les rayons à 150 mètres. Les déclivités de 25 millimètres ne sont pas un obstacle pour des machines appropriées à un service qui exige des démarrages très rapides; elles ont été employées à Londres, et l'on est allé beaucoup plus loin à Liverpool, pour les raccordements du tunnel sous la Mersey, où l'on rencontre une pente continue de 37 millimètres sur 400 mètres. Les rayons de 150 mètres peuvent donner passage au matériel de la plupart des grandes Compagnies; ils figurent dans les nombreux projets que celles-ci ont étudiés pour le raccordement de leurs lignes avec les divers réseaux métropolitains dont il a été question.

Le chemin de fer, utilisant l'emplacement des rues, peut être souterrain ou aérien, la seconde solution n'étant admissible que dans les voies très larges et dont il est esthétiquement possible de modifier l'aspect. La transition du souterrain au viaduc exige du reste des circonstances propices: déclivité du sol contraire à celle du chemin de fer et absence de communications transversales sur une certaine longueur; et ces circonstances se rencontrent rarement. L'obligation de faire passer le tracé par quelques-uns des points de Paris où la transition est possible et à partir desquels le viaduc est supportable, joue donc un rôle très important dans la configuration d'un réseau.

Après de longues recherches, une série de points de transition cadrant avec la forme générale définie précédemment a pu être trouvée, et le tracé du réseau (fig. 4), comprend :

1° Une ligne circulaire partant de l'Opéra, arrivant à proximité des gares du Nord et de l'Est, empruntant le boulevard Richard-Lenoir jusqu'à la hauteur de la place de la Bastille, traversant la Seine en face de la Halle-aux-Vins, suivant les boulevards de la rive gauche, pour traverser la Seine en face du Palais de l'Industrie, et revenir à l'Opéra par la place de la Concorde et la rue Royale;

2° Une ligne transversale partant de la Porte Maillot, se soudant à la ligne circulaire au Palais de l'Industrie pour s'en détacher à l'Opéra, empruntant l'avenue de l'Opéra, la rue de Rivoli et retrouvant la ligne circulaire près de la place de la Bastille.

Ces deux lignes constituent le réseau fondamental dont l'exécution est le plus urgente, et peut être obtenue sans dépasser un capital d'établissement qu'il soit possible de rémunérer au moyen des recettes. Deux lignes le compléteront utilement: l'une sur la rive droite, suivant les boulevards de Strasbourg et de Sébastopol pour aboutir aux Halles Centrales; l'autre sur la rive gauche, partant de la Halle-aux-Vins pour aboutir à l'Esplanade des Invalides par le boulevard Saint-Germain.

A ce réseau pourront, dans un avenir plus ou moins lointain, s'ajouter une série d'embranchements rayonnant vers l'extérieur et de raccordements avec les lignes arrivant à Paris.

Les conditions d'établissement de ces lignes sont les suivantes :

La longueur totale du réseau est de 23^{km} 453
dont, en viaduc ou à l'air libre, dans les régions de transition 11^{km} 610
soit un peu plus de moitié.

Les points de transition distribuent le réseau en deux zones: l'une souterraine, au nord-ouest, l'autre aérienne, au sud-est. Il en résulte que les parcours sous terre et à l'air libre sont continus sur de grandes longueurs. Ainsi, un train suivant la direction transversale ouest-est de la Porte Maillot à la Bastille par la rue Lafayette, effectuera un parcours continu en souterrain de 7^{km} 086, longueur admis-

sible, ainsi que le prouve la pratique anglaise. Pareillement les trains de la ligne circulaire, allant de la gare de l'Est à l'Esplanade des Invalides par la gare Montparnasse, trouveront sur leur trajet un viaduc non interrompu de 9^{km} 800.

L'exploitation par locomotives n'est possible qu'autant qu'un long parcours souterrain est précédé et suivi de parcours à l'air libre suffisamment étendus. Dans le projet, les conditions les plus mauvaises font succéder à un parcours à l'air libre de 5 727 mètres un parcours en souterrain de 7 086 mètres.

Les paliers et les déclivités se répartissent comme suit :

Proportion des paliers	30	} 100
— des déclivités de 0 à 10 millimètres	41	
— — de 10 à 20 —	15	
— — de 20 à 25 —	14	

Les stations sont en pente maxima de 5 millimètres, et sur les 400 mètres consécutifs, la pente ne dépasse pas 10 millimètres dans le sens ascensionnel.

Le résumé des alignements et courbes fournit les chiffres suivants :

Proportion des alignements	70	} 100
— des courbes de plus de 200 mètres	5	
— — de 200 mètres	5	
— — de 150 —	20	

Deux courbes de sens contraire, destinées à être franchies en vitesse, sont séparées par un alignement de 40 mètres.

Enfin, le nombre des stations est de 27 et leur intervalle moyen est de 857 mètres, le minimum étant de 425 mètres.

III. Infrastructure. — Égouts et conduites. — La construction du Métropolitain, dans sa partie souterraine, devra être précédée d'un remaniement du réseau des égouts, presque tous coupés à niveau, et des conduites qu'ils logent.

Il ne saurait être question en cette matière de procéder comme on le fait en rase campagne, à l'égard des chemins rencontrés, en étudiant pour chaque égout un tracé rectificatif plus ou moins allongé, plus ou moins satisfaisant. Il faut procéder d'ensemble: c'est un réseau homogène qu'on vient bouleverser; c'est un réseau nouveau qu'il faut constituer.

Le tracé du projet présente, à ce point de vue, des conditions assez difficiles; la boucle, ayant sa convexité vers l'ouest, que forment les parties souterraines du réseau, intercepte quatre sur cinq des collecteurs de la rive droite, qui coulent, on le sait, de l'est à l'ouest.

Pour rétablir les communications interceptées, trois solutions se présentent à l'esprit :

1° Abaisser le chemin de fer pour faire passer le collecteur par-dessus, ce qui serait une complication coûteuse, eu égard à la faible profondeur de la nappe d'eau;

2° Faire siphonner le collecteur par-dessous le chemin de fer; solution médiocre et risquée, qu'on n'a encore admise, à Paris, que pour la traversée de la Seine, parce que la Seine est susceptible de fournir un exutoire lorsque le siphon ne suffit pas;

3° Enfin, dévier les collecteurs rencontrés et les conduire au point où un relèvement local du sol peut leur permettre de passer sous les rails sans siphonnement.

Cette dernière solution est heureusement réalisable; c'est elle qui a été adoptée. A la place de l'Opéra et à la place de la Madeleine, on peut disposer, sous le chemin de fer, relevé aussi près que possible du sol, d'une hauteur libre de plus de 1^m 50 au-dessus du niveau normal des radiers de collecteurs, hauteur supérieure à la profondeur des cunettes et suffisante, par conséquent, pour permettre l'écoulement sans siphonnement, hormis les cas d'orage, où les égouts coulent à pleine section.

Ces traversées d'égouts constituent des ouvrages assez importants; le volume que devra débiter celui de l'Opéra sera en étiage de 2^m 5 et en cas d'orage de 12 à 13 mètres cubes.

Les emplacements des traversées étant déterminés, il faut y ramener les eaux des collecteurs interceptés. Le procédé qui entraînerait le minimum de remaniements des égouts secondaires non directement touchés, consisterait à doubler le chemin de fer, à l'intérieur de la boucle, d'une galerie recueillant toutes les eaux dont l'écoulement est interrompu. Mais cette conception idéale ne constitue pas une solution, parce qu'un égout à grande section ne peut pas être partout accolé au chemin de fer. Il faut remplacer, sur d'assez grandes longueurs, les collecteurs condamnés, par des collecteurs nouveaux (la longueur cumulée de ces reconstructions excède dans l'espèce cinq kilomètres); puis, au moyen de reconstructions partielles, d'exhaussements ou d'abaissements de radiers, approprier à son nouveau rôle chaque égout secondaire dont l'exutoire primaire vient à être modifié.

Les conduites d'eau constituent un réseau essentiellement différent, comme configuration générale, de celui des égouts. Les conduites coupées doivent être rétablies, autant que possible, dans un emplacement identique ou peu différent, et elles peuvent généralement l'être, parce que le profil en long de leur tracé peut s'accommoder de toutes les inflexions. Mais elles doivent, sauf exception motivée par l'import-

tance secondaire du calibre et de la pression, être logées, à la traversée du chemin de fer, dans une galerie à la fois étanche pour mettre le chemin de fer à l'abri des inondations causées par une rupture, et assez ample pour qu'un remplacement de tuyau puisse y être effectué. Ces galeries sont des ouvrages métalliques qui franchissent le chemin de fer par-dessus ou par-dessous, selon que la hauteur suffit ou fait défaut. Les types étudiés ne méritent pas une mention spéciale.

SECTIONS-TYPES. — Les divers profils en travers appliqués se classent sous les trois grandes divisions :

Tracé en souterrain;

Tracé en viaduc ;

Zones de transition.

Souterrain. — En matière de chemin de fer métropolitain, le mot souterrain se rapporte à la situation finale des ouvrages terminés et non à leur mode d'exécution ; car, dans la plupart des cas, une section souterraine sera établie à ciel ouvert, en tranchée. Pour éviter toute confusion, la désignation de « souterrain » est réservée aux sections exécutées par les modes usuels de travail en galerie, les autres recevant le nom plus exact de « tranchée couverte ».

La section « souterraine » affecte la forme d'une voûte de 4^m 61 de

Ce mode d'exécution pourra être suivi partout où l'intensité de la circulation s'opposera à l'ouverture d'une tranchée générale.

Dans les régions où la hauteur fait absolument défaut, on peut réduire la cote de chaussée à rails à 5^m 83, en posant sur des piédroits verticaux des poutres assemblées, en acier, de 0^m 60 de hauteur, distantes de 2 mètres. Ces poutres sont réunies par des voutins en briques, avec remplissage en béton maigre sur les reins et chape générale en asphalte.

Viaducs. — Dans une ville où chaque mètre du sol au niveau des rues est convoité par plusieurs services et par beaucoup d'industries, il ne saurait être question de construire un viaduc en maçonnerie. L'extrême légèreté des supports est une nécessité qui conduit à l'emploi des poutres métalliques droites. D'autre part, la monotonie d'aspect, qu'on tenterait vainement d'éviter dans un ouvrage indéfini en longueur, oblige à choisir un type aussi peu apparent que possible. Un mince ruban de fer, porté par des colonnettes très grêles, telle doit être l'apparence d'un viaduc, pour que l'on puisse en excuser l'établissement sur des boulevards, ces boulevards fussent-ils, comme c'est le cas, situés dans les quartiers de la périphérie.

L'ouvrage savamment étudié par M. l'Ingénieur Geoffroy, pour la

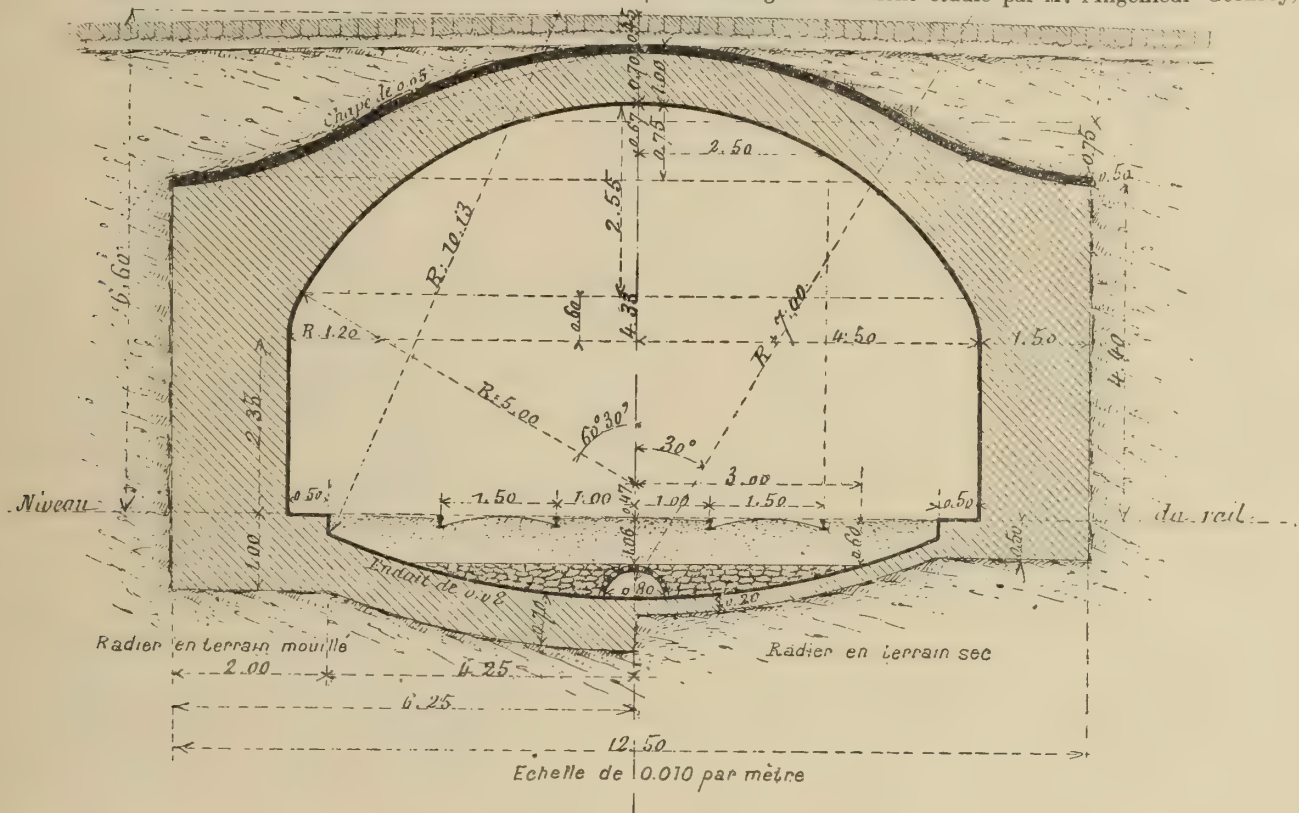


FIG. 2. — Profil-type de tranchée couverte en maçonnerie.

rayon intérieur et de 1 mètre d'épaisseur, dont le centre est situé à 0^m90 au-dessus des rails et qui se prolonge jusqu'à leur niveau.

Les culées, formées par extradossement vertical, au-dessous du centre de figure et par un ressaut intérieur de la maçonnerie, au niveau des rails, sont entretoisées par un radier de 0^m 70 d'épaisseur.

Le type le plus pratique de « tranchée couverte » (fig. 2), consiste dans une voûte en maçonnerie, dont l'intrados est un arc de cercle de 5 mètres de rayon, et dont les piédroits, distants de 9 mètres, ont une hauteur de 2^m 35. La hauteur d'intrados au-dessus des rails extérieurs est de 4^m 80, dimension du gabarit normal. La largeur excède de 1 mètre le gabarit normal, pour rendre aisée, pendant les heures d'exploitation, la circulation à pied des agents, si dangereuse à Londres. Les deux piédroits sont réunis par un radier dont la flèche, sous le niveau des rails, est de 1^m 06, et dont l'épaisseur, portée à 0^m 70 quand on a affaire à une sous-pressure, est réduite à 0^m 20 en terrain sec.

La plus faible distance que ce type puisse ménager entre le dessus du pavage et les rails, est de 6^m 60. Or les stations, qu'il importe d'enterrer le moins possible, peuvent, comme on le verra plus loin, être établies dans des conditions telles, que la différence de cotes entre la chaussée et les rails y soit réduite à 6^m 20. Il est donc important de pouvoir, localement, abaisser un peu le niveau d'extrados de la tranchée couverte en maçonnerie. On y arrive en remplaçant le claveau central de la voûte par des arcs métalliques, beaucoup plus aplatis et reliés par des vouîtns en briques.

Ces types sont, l'un et l'autre, susceptibles d'une construction fractionnée comprenant les étapes successives suivantes :

- 1^o Exécution des pénétrations dans des tranchées indépendantes;
- 2^o Exécution de la voûte sur forme de terre;
- 3^o Déblai en sous-œuvre et exécution du radier.

traversée du Cours de Vincennes par le chemin de fer de Ceinture, a paru répondre de tous points à ce desideratum.

Il se compose (fig. 3) de 4 poutres, constituant, deux par deux, un encaissement aussi réduit en largeur que possible, dans lequel on loge une voie. Les poutres extrêmes sont distantes de 6^m 20, et la largeur normale de 9 mètres, entre garde-corps, est obtenue par des encorbellements qui accentuent le caractère de légèreté de l'ouvrage. Au-dessus des appuis, de distance en distance, le garde-corps ressaute pour fournir un refuge aux agents circulant à pied.

Pour être adapté au Métropolitain, ce type a dû être modifié de manière à diminuer le bruit du passage des trains et à assurer l'étanchéité du tablier métallique. Il n'est pas d'autre moyen sûr de supprimer le bruit que d'enfermer la voie dans du ballast. C'est ce qui a été fait, malgré l'augmentation des dépenses qui en résulte. Le ballast repose sur des tôles embouties rivées aux poutres du tablier. Les eaux pluviales reçues par le ballast sont évacuées à l'égout par une canalisation logée sous les tôles et prolongée par les colonnes d'appui. Ces tuyaux sont, du reste, masqués par des panneaux en fonte décorés, et le dessous du viaduc est un promenoir plafonné, qui sera adopté par les piétons s'il n'est accaparé par le commerce en plein air.

Les travées consécutives sont groupées 6 par 6, en un ensemble solidaire; les appuis extrêmes d'un groupe sont constitués par deux files jumelles de 4 colonnes entretoisées par un chapeau. Aux appuis intermédiaires, une seule file de colonnes suffit.

Le point le plus délicat dans une étude de ce genre est l'adoption d'une ouverture normale de travées. Il convient, d'une part, que les ouvertures soient sensiblement uniformes, pour que la hauteur de la poutre reste toujours réduite au minimum, et il faut, d'autre part, que les rues traversées par le viaduc ne soient pas encombrées par

ses appuis. Une détermination empirique a conduit à une ouverture normale de 15 mètres, qui correspond à une hauteur de poutre de 0^m 90.

Mais la portée de 15 mètres ne peut être systématiquement adoptée. Là où pour placer des appuis sur la chaussée dans des en-

a dû fréquemment être modifié à la demande des circonstances locales. Voici quelques exemples de ces modifications.

La figure 4 représente un rescindement du viaduc en deux voies indépendantes établies sur les francs-bords du canal Saint-Martin, qui sont affectés à d'incessantes opérations à quai.

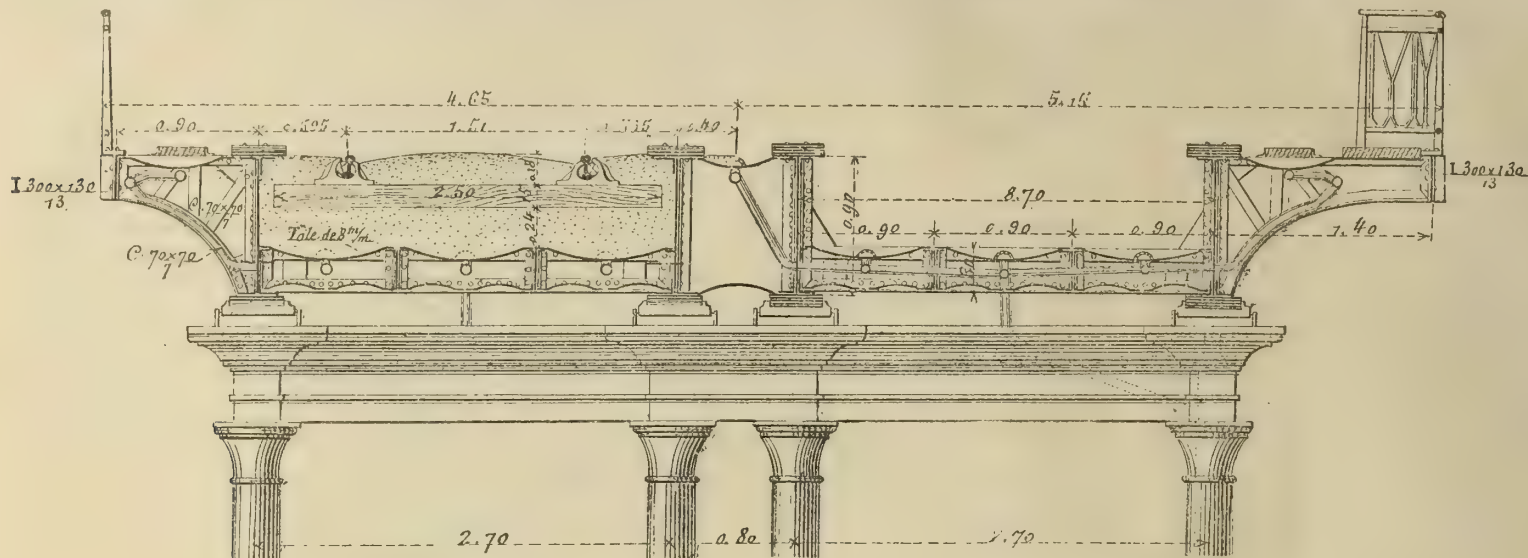


FIG. 3. — Coupes transversales d'un viaduc.

droits où il est logique de créer des refuges, il a fallu dépasser cette dimension, on a augmenté quelque peu par-dessus la hauteur de

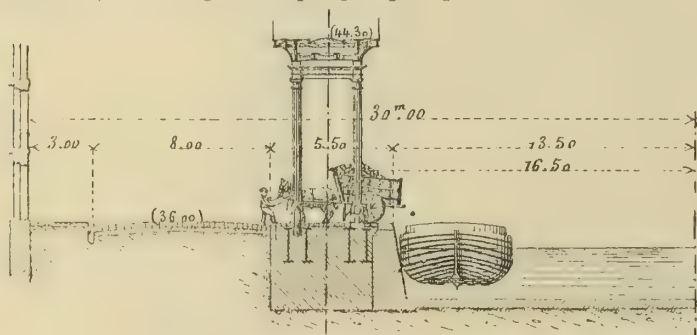


FIG. 4. — Demi-coupe transversale d'un viaduc dédoublé sur les quais d'un canal.

0^m 90, en donnant à la poutre la forme dite « en ventre de poisson » qui se marie aisément avec les travées normales.

Le type du viaduc, ou plutôt le mode de constitution de ses appuis,

Les appuis du viaduc ne pouvant être pris directement sur la voûte en maçonnerie, on fait porter les colonnes par un fort chevêtre en fer, jeté d'une culée à l'autre et traversant une saignée faite dans la voûte. Les deux voies du viaduc sont écartées, pour moins charger ces chevêtres, et leur distance a été fixée à 10 mètres, parce que cette cote permet à la fois de loger facilement, entre les deux voies, la station établie au boulevard Voltaire, de franchir les rues transversales à leur moindre ouverture, en dehors des arrondis de leurs trottoirs, et enfin de conserver deux lignes de plantations sur quatre qui existent actuellement.

Le passage du tunnel au viaduc ne présente, au point de vue technique, rien de particulier. Au point où le tunnel cesse, le chemin de fer est établi dans une tranchée murillée dont la profondeur décroît jusqu'à s'annuler. Un remblai maintenu entre deux murettes lui succède, pour être prolongé, quand le relief au-dessus du sol atteint 4 mètres, par des arcades en maçonnerie, qui aboutissent au viaduc métallique, dès que le relief normal est obtenu.

(A suivre.)

A. FLAMANT,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

MÉCANIQUE

MOUTONS A FRICTION

Le mouton à friction comporte un socle ou enclume, un marteau susceptible de monter et de descendre entre deux montants, et un système de relevage disposé à la partie supérieure de ces derniers.

Une planche d'enlèvement fixée au marteau passe entre deux galets de friction qui tournent en sens contraire. Quand ces galets se meuvent l'un vers l'autre, le frottement exercé sur la planche remonte le marteau, et lorsqu'on les sépare, il tombe. Le galet d'arrière est claveté sur un arbre à chaque bout duquel se trouve une poulie motrice ; l'emploi de ces poulies sur le même arbre a pour but d'obtenir une usure égale des coussinets. Le galet antérieur est fou sur son arbre et reçoit son mouvement de l'autre, auquel il est relié par engrenages. Pour assurer à ceux-ci la solidité et la durée convenables, on leur donne une grande largeur, et les dents, qui sont en acier, présentent un profil spécial. Les engrenages peuvent s'enlever et se remplacer rapidement en cas de besoin.

Les coussinets de l'arbre sur lequel le galet antérieur est fou, sont excentrés par rapport au galet, et une fraction de tour de l'arbre rapproche les galets, en serrant en même temps la planche entre eux. Sur l'arbre antérieur est fixée une bielle commandée par une tige verticale : quand on relève cette tige, les galets se séparent ; quand on l'abaisse, ils se rapprochent, et son poids est suffisant pour déterminer la montée du marteau. Ce système, à la fois simple et solide, évite l'emploi des deux coussinets à excentrique et la bifurcation de la tige verticale à la partie inférieure de l'appareil, pour les attaquer en même temps, ce qui a lieu dans l'ancien mode de relevage.

Au lieu du goujon qui sert ordinairement à supporter le marteau (et dont le réglage s'effectue en le plaçant dans les trous pratiqués à des intervalles fixés dans les montants, ce qui oblige, non seulement à enle-

ver le goujon pour le changer de trou, et à embrayer puis à débrayer avec la pédale, mais encore exige un ajustage exact du collier de la tige de commande par rapport au goujon), on emploie une paire de mâchoires excentrées qui se placent sur l'appareil de levage et au-dessous des galets. Ces mâchoires maintiennent le marteau dans sa partie centrale et suppriment complètement la composante latérale du choc sur les montants, qui est la cause principale de rupture de ces pièces, lorsque le marteau n'est maintenu que d'un seul côté, comme cela se produit forcément avec l'emploi d'un goujon. L'ouverture des mâchoires est commandée par la pédale et produit la chute ; elles sont disposées de telle manière que le relevage du marteau s'effectue librement, qu'on appuie ou non sur la pédale. Si on n'y appuie pas, elles maintiennent le marteau dans toutes les positions d'arrêt pendant la chute. Il n'y a à régler que la hauteur du toc sur la tige de commande pour obtenir la hauteur de chute nécessaire.

Le galet d'arrière ainsi que les mâchoires peuvent se prêter aux différentes épaisseurs de la planche du marteau.

Lorsqu'elles supportent le marteau, les mâchoires maintiennent la planche entre les galets sans qu'elle les touche, et empêchent ainsi qu'elle ne s'use inégalement quand elle ne fonctionne pas.

La course du marteau peut prendre toutes les valeurs que mporteco la puissance de la machine, au lieu d'être limitée à un petit nombre de valeurs, comme cela se produit avec les autres pilons à friction, où le marteau, dans sa position la plus haute, est soutenu par un goujon.

Les modifications dans la valeur de la course peuvent s'effectuer instantanément, en déplaçant simplement le collier qui glisse sur la tige de commande, et en le mettant au point convenable. Il n'y a ni modification ni réglage à apporter à la pédale, pas plus qu'au levier et aux liaisons.

Au lieu d'être soutenu, dans sa position la plus haute, par un goujon, le marteau est maintenu entre des mâchoires excentrées G G

qui pressent la planche suivant son axe; on évite ainsi le choc qui se transmet sur un seul montant, lorsqu'on emploie le mode de support par goujons, et qui amène si fréquemment la rupture des montants,

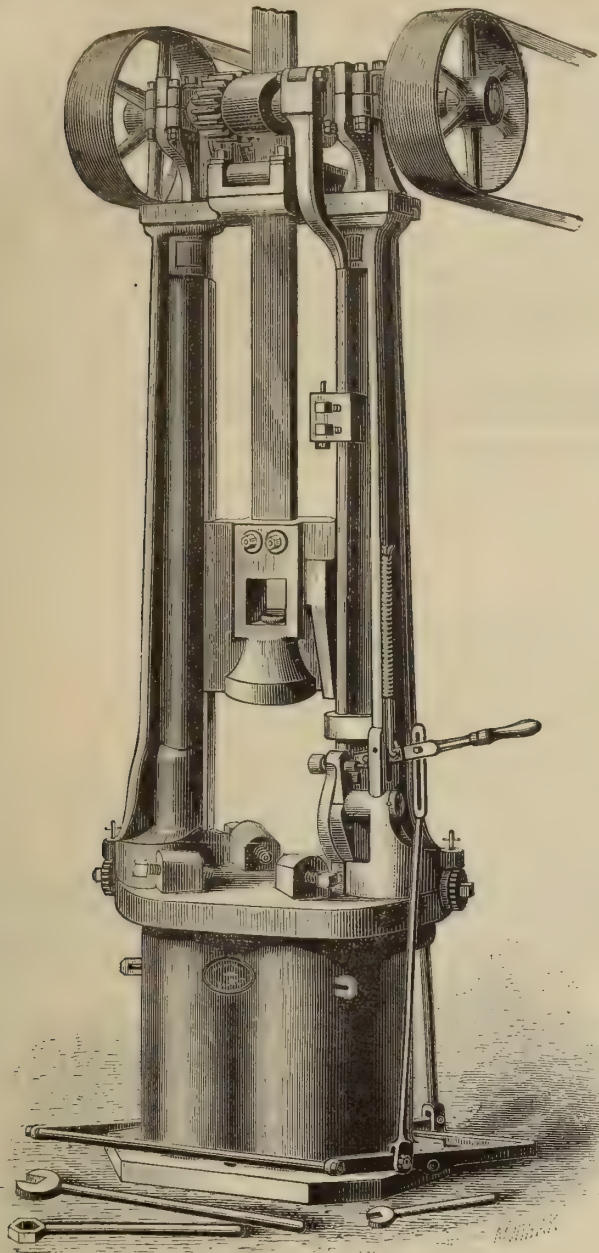


FIG. 1. — Pilon à torgier.

et on supprime également l'usure irrégulière des guides, qui se produit par le ballonnement du marteau quand il tombe sur un goujon.

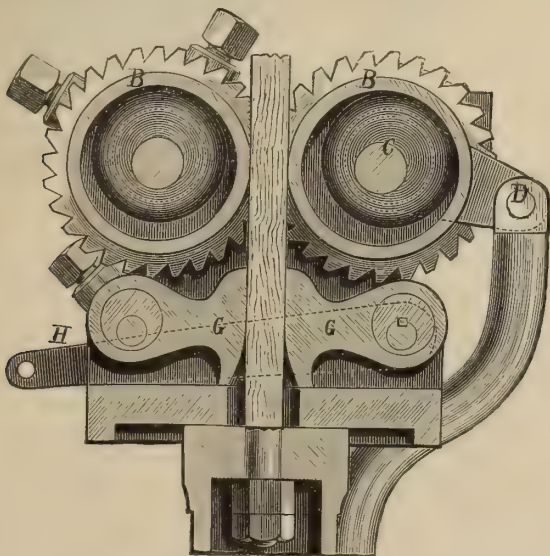


FIG. 2. — Coupe de l'appareil de relevage.

Les montants ne présentant aucun trou pour loger les goujons, sont beaucoup plus solides et moins exposés à la rupture.

Pour arrêter instantanément le marteau dans sa chute, il suffit de lâcher la pédale. On peut le faire descendre tout doucement, ce qui

donne une grande facilité pour la mise en place des matrices, et un dispositif spécial permet de remonter le marteau à tous les points de sa course pour l'adapter aux différentes épaisseurs des matrices.

Les vis et les écrous principaux sont pourvus d'un système de serrage spécial, pour les empêcher de se desserrer sous l'action des chocs particuliers à ce genre d'appareils. Enfin, les mâchoires sont disposées de manière à maintenir la planche du marteau en dehors du contact des galets, lorsque l'appareil ne fonctionne pas, et à éviter aussi une usure à la fois inutile et irrégulière.

INFORMATIONS

Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

Liste, par ordre de mérite, des candidats admis à la suite du concours de 1889.

1 Caron (Maurice); — 2 Lhopiteau; — 3 Lévy (Louis); — 4 Gauthier; — 5 Taveau; — 6 Fournet (Henri); — 7 Double-Olagner (Félix); — 8 Birault; — 9 Gaune; — 10 Fournet (Pierre); — 11 Duroy de Brugnac; — 12 Carde; — 13 Brolliat; — 14 Jacques; — 15 Kampmann; — 16 Bernard; — 17 Urbain; — 18 Ganne; — 19 Pacault; — 20 Redeuil.

21 Dussaud; — 22 Astaix; — 23 Bétrancourt; — 24 Hébert; — 25 Guérin; — 26 Lefèvre (Aignan); — 27 Pépin; — 28 Roy (Louis); — 29 Blazeix; — 30 Garceau; — 31 Phinstag; — 32 Boissaye; — 33 Gaussin; — 34 Adam; — 35 Métayer; — 36 Girod; — 37 Sergent; — 38 Dol; — 39 Pataud; — 40 Cadenaule.

41 Duret; — 42 Soulez; — 43 Durand; — 44 Lasnier; — 45 Gariel; — 46 Commergnat; — 47 Bader; — 48 Jeancard; — 49 Albanesi; — 50 Robert (André); — 51 Mélan; — 52 Déon; — 53 Archambeaud; — 54 Carron (Félix); — 55 Collet; — 56 Vignal (Joseph); — 57 Raymond; — 58 Maillard; — 59 Villanueva; — 60 Ramelli.

61 Coussot; — 62 Collangettes; — 63 Charles; — 64 Léricel; — 65 Gamand; — 66 de Mons; — 67 Chauvisé; — 68 Vincent; — 69 Berger; — 70 Frasa; — 71 Roche (Octave); — 72 Habérard; — 73 Lippmann; — 74 Bosc; — 75 Imbach; — 76 Gendron; — 77 Archambault de Vençay; — 78 Lévy (Isaac); — 79 Gérard; — 80 Hubert.

81 Guisez; — 82 de Geiger; — 83 Fabart; — 84 Lavie (Pierre); — 85 Guyot; — 86 Calvé; — 87 Tunis; — 88 Bernard; — 89 Renard; — 90 Schmid; — 91 Beaucher; — 92 Lavoix; — 93 de la Arena; — 94 Corneil; — 95 Gondeira; — 96 Pourtalé; — 97 Petresco; — 98 Cousin; — 99 Turquet; — 100 Petitpont.

101 Caracache; — 102 Bomsel; — 103 Breuillot; — 104 Martinoli; — 105 Lambert (Jules); — 106 Cardozo; — 107 Chocholle; — 108 Fauchille; — 109 Lafouge; — 110 Bricard; — 111 Mocqueris; — 112 Cahen; — 113 Roger (Edmond); — 114 Cauderon; — 115 Bloch (Paul); — 116 Desfemmes; — 117 Douat; — 118 Lambert (Gustave); — 119 Bossière; — 120 Fournier.

121 Dumas; — 122 Florimond; — 123 Chamoin; — 124 Pardailhé-Galabrun; — 125 Bloch (Benjamin); — 126 Cordier; — 127 Rouilly; — 128 Goleasco; — 129 Gateau; — 130 Cazal; — 131 Barthélemy (Georges); — 132 Bertrand; — 133 Baudouy; — 134 Michal-Ladichère; — 135 Levin; — 136 Sire; — 137 Benabeng; — 138 Pérard; — 139 Prouteau; — 140 Hagneaux.

141 Michaux; — 142 Pascal; — 143 Morane; — 144 Guilhaen-Puyllagarde; — 145 Collineau; — 146 Michel; — 147 Dor; — 148 Prieur de la Comble; — 149 Lachaume; — 150 Gallonier; — 151 Guyon; — 152 Cantemir; — 153 Mialhe; — 154 Barthélemy (Emile); — 155 Clamens; — 156 Delaby; — 157 Blondel; — 158 Hirschfeld; — 159 Harang; — 160 Baldy.

161 Ajasson de Grandsagne; — 162 de Clauzel de Coussergues; — 163 Gou tierre; — 164 Huet; — 165 Stavro; — 166 Saint-Guily; — 167 Leduc; — 168 Jousselin; — 169 Meynier de Salinelles; — 170 Ferry; — 171 Pannier; — 172 Menjou; — 173 Chabal; — 174 Libois; — 175 Vignal (Eugène); — 176 Antzenberger; — 177 Guibert; — 178 Bedos; — 179 Savary; — 180 Ray (Louis).

181 Gonnard; — 182 Roussel (André); — 183 Ducornot; — 184 Pleneau; — 185 Boyer-Guillon; — 186 Boyer (André); — 187 Jourde; — 188 Debionne; — 189 de Laubier; — 190 Funduklian; — 191 Esnault; — 192 Cazes; — 193 Roy (Adolphe); — 194 Moutier; — 195 Dérozier; — 196 Faure (Séraphin); — 197 Génon; — 198 Vignier; — 199 Mathon; — 200 Petit.

201 Dulau; — 202 Parrain; — 203 Parton; — 204 Sauton; — 205 Médard; — 206 Dutard; — 207 Champion; — 208 Julhiet; — 209 Hertenbein; — 210 Cottarel; — 211 Gérin-Roze; — 212 Dellis; — 213 Meyer; — 214 Oudin; — 215 Dugué; — 216 Daucé; — 217 Bélar; — 218 Guiraud; — 219 Lefèvre (Gustave); — 220 Jouy de Grandmaison.

221 Papin; — 222 Kuntz; — 223 Oumanski; — 224 Lévy (Maurice); — 225 Saladin; — 226 Lavie (Léon); — 227 Francin; — 228 Joncour; — 229 Fournaraki; — 230 Monard; — 231 Roche (Adolphe); — 232 Pelée de Saint-Maurice; — 233 Dahan; — 234 Hava; — 235 Watigny; — 236 Lefèvre (Maurice); — 237 Mayet (Etienne); — 238 Defauconpret; — 239 Chincholle; — 240 Martinez; — 241 Weissmann; — 242 Fernandez y Arteaga.

Le prolongement de la ligne des Moulineaux dans Paris.

Le *Génie Civil* a publié, dans un précédent numéro (1), des renseignements sur le tracé et l'établissement de la ligne prolongée des Moulineaux à Paris.

Voici maintenant l'évaluation de la dépense qu'occasionnera l'exécution des travaux. Elle est estimée à 2720000 francs pour l'établissement de la section comprise entre l'Esplanade des Invalides et le Champ de Mars et 4500000 francs pour la construction de la gare des Invalides. Comme on le voit, cette dépense est relativement peu considérable.

Les travaux seront commencés immédiatement après la clôture de l'Exposition universelle.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 24, page 376.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

ÉTABLISSEMENTS MENIER

CLASSES 43, 44, 45, 62, 67, 72.

SECTIONS XI, XII, XIV DE L'ÉCONOMIE SOCIALE

Fabrication du chocolat. — Fabrication du caoutchouc.

(Planches I, II, III.)

La Maison Menier est une de celles sur lesquelles a été attirée, au plus juste titre, l'attention du public à l'Exposition de 1889. Sa fabrication, entièrement française, se présente, en effet, avec des caractères multiples très remarquables : d'une part, son intérêt considérable au point de vue alimentaire, d'autre part, la puissance et la perfection de son outillage, enfin le souci du bien-être et de la moralisation d'un nombreux personnel, de la part des chefs qui se sont succédé à la tête de cette industrie nationale.

priétés alimentaires toujours les mêmes. On essaierait en vain de modifier l'une quelconque des données du problème final de consommation qui est posé : le produit obtenu ne répondrait plus à ce que le public appelle par l'usage et par l'habitude, le *chocolat*, et serait impitoyablement refusé. C'est ce qui a découragé bien des essais de concurrence et défié l'art néfaste des falsificateurs les plus émérites, malgré la science redoutable dont ils font preuve à notre époque.

Afin de ne jamais s'écarter du résultat précis à obtenir, la Maison Menier prépare elle-même, ainsi que nous l'avons dit, ses matières premières, qui sont le sucre et le cacao ; elle fait elle-même ses mélanges dans les proportions déterminées et en quelques sorte scientifiques que la pratique lui a indiquées. Enfin elle modifie lentement et sûrement son outillage, qu'elle perfectionne sur place, dans son propre intérêt. Cette marche logique n'est possible qu'avec des capitaux très considérables et sous l'action d'une direction toujours la même, tendant vers le même but. Le bref historique qu'on lira plus loin

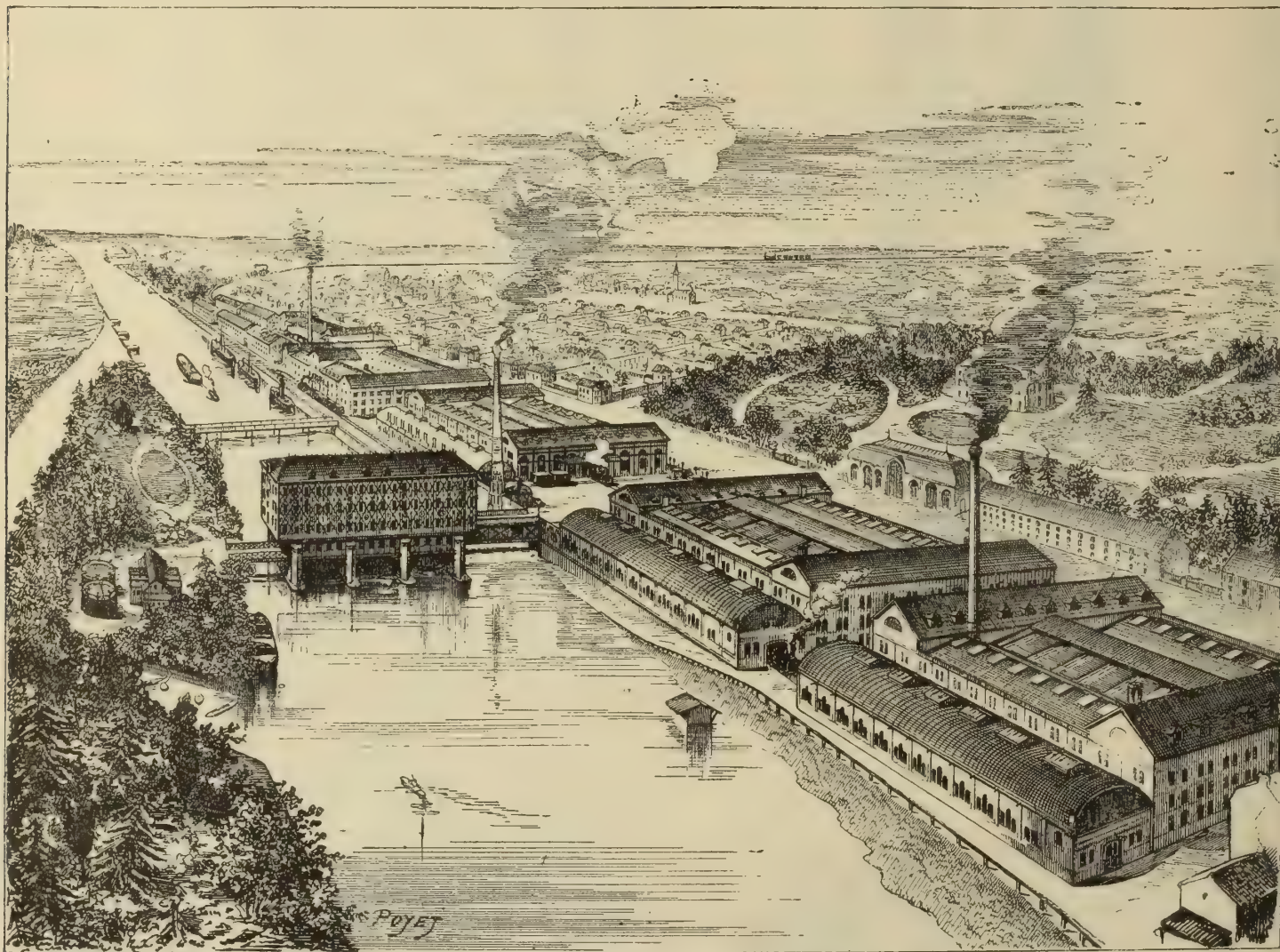


FIG. 4. — Vue générale de l'usine de Noisiel et de ses dépendances.

Nous décrirons successivement, dans leurs grandes lignes, la fabrication du chocolat par laquelle cette industrie a commencé et s'est créée, puis la fabrication du caoutchouc et des câbles électriques, qui forme une autre industrie des plus importantes.

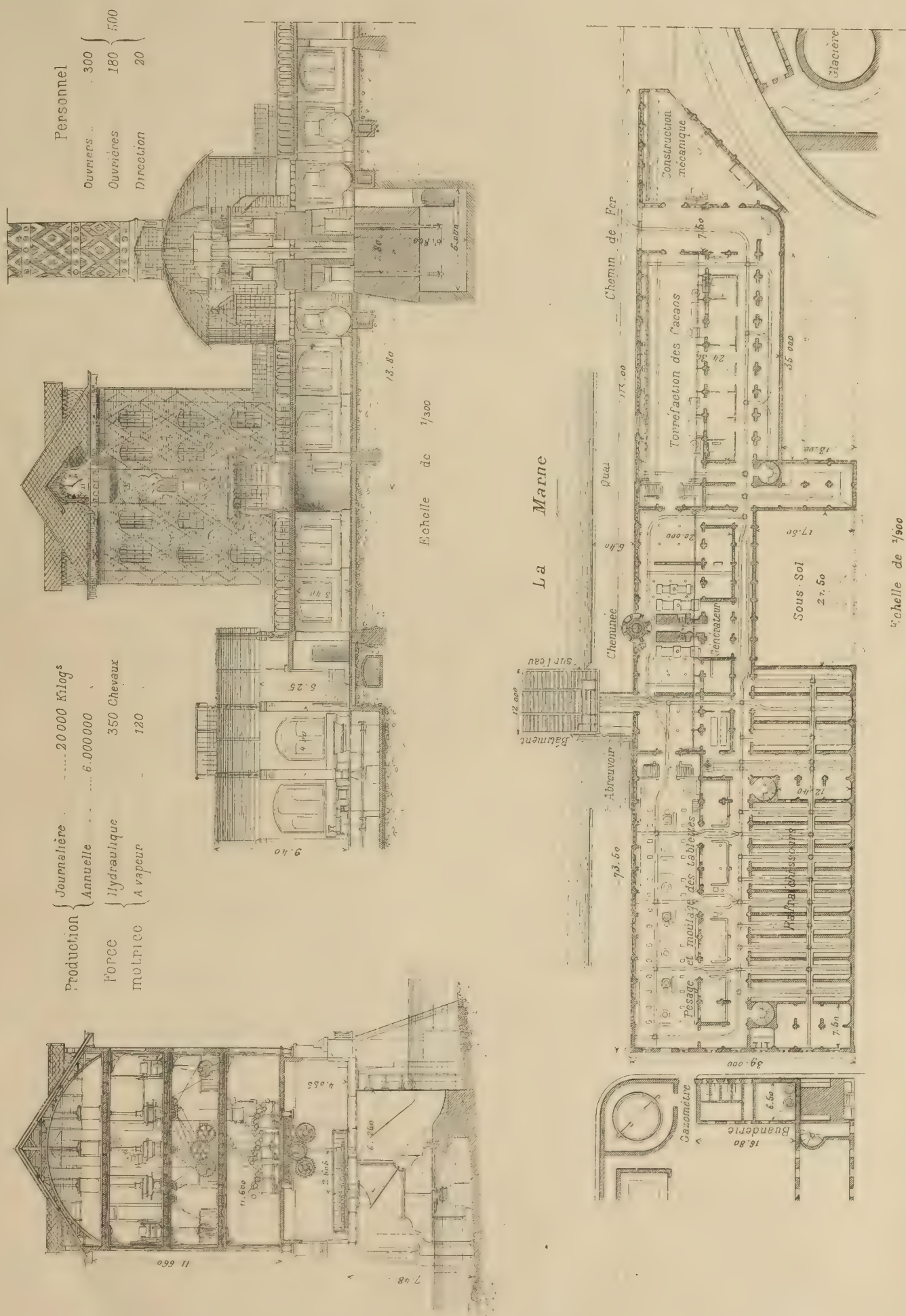
Nous avons qualifié d'industrie nationale l'industrie de la Maison Menier, et nous insistons sur ce terme. La fabrication du chocolat, telle qu'elle est pratiquée, est, en effet, l'une de celles contre lesquelles s'est évertuée, en vain, la concurrence étrangère sous toutes ses formes. Elle exige le concours de capitaux très importants, la possession d'un matériel perfectionné créé de toutes pièces et soigneusement breveté, et enfin, la possession, dans les colonies, des terrains de production même des matières premières seules susceptibles de les fournir toujours de bonne qualité et surtout d'une même qualité. Ce point de vue est très important en pareille matière ; la foule des consommateurs, en France et à l'étranger, a été insensiblement, dès l'origine, encore récente, de l'industrie qui nous occupe, accoutumée à consommer un produit de qualité déterminée, de goût déterminé, possédant des pro-

montrera comment ces principes ont été mis régulièrement et rigoureusement en pratique depuis l'origine de la Maison. C'est plus qu'une page de la grande industrie française : c'est une grande leçon d'économie sociale et industrielle, qui est donnée au lecteur par le récit du développement ininterrompu de cette fabrication.

Il est bon d'ajouter que M. E. Menier était un économiste distingué, sachant mettre en pratique les théories qui restent trop souvent à l'état purement spéculatif. Il est bon d'ajouter aussi que ses fils et successeurs n'ont jamais négligé d'accueillir le progrès sous toutes ses formes. L'emploi de la force motrice a toujours été en se perfectionnant à l'usine de Noisiel, et l'électricité, entre autres, était à peine sortie des incertitudes de ses débuts, qu'elle trouvait dans cette belle usine un champ d'expériences tout ouvert. Il n'y a donc jamais eu, ni recul, ni stagnation, dans cette fabrication dont la marche est continue et prospère.

Nous allons, conformément à notre programme, jeter sur elle un coup d'œil d'ensemble instructif.

USINE DE NOISIEL - FABRIQUE DE CHOCOLAT DE M.M. MENIER



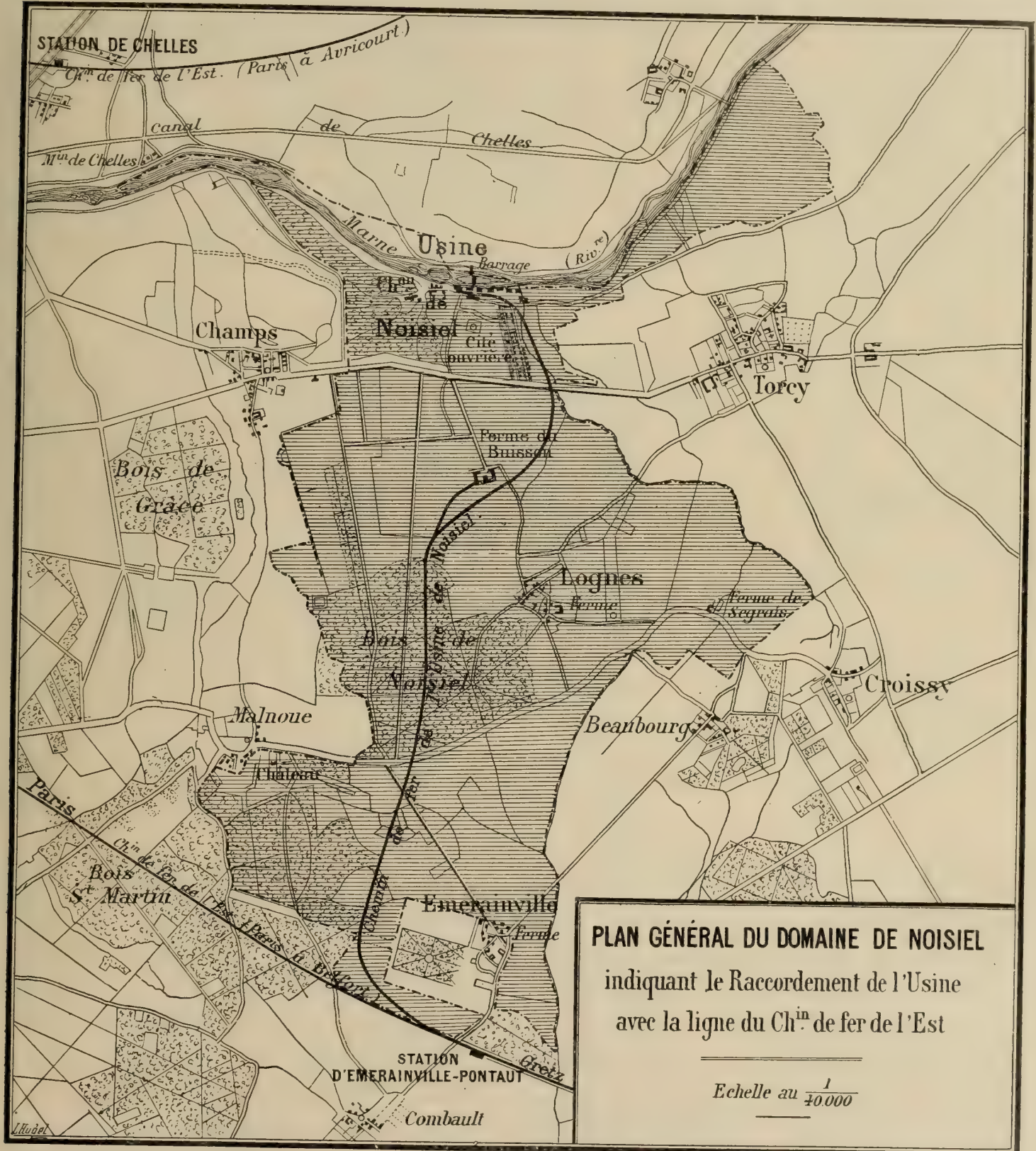
1^{re} PARTIE. — FABRICATION DU CHOCOLAT.

Historique. — Le chocolat, dont la consommation sous ses formes diverses entre de plus en plus dans l'alimentation générale, n'était, il y a une soixantaine d'années, c'est-à-dire longtemps après son introduction en Europe, qu'une denrée peu recherchée et d'ailleurs d'un prix trop élevé pour un usage journalier. Le commerce en était réservé aux pharmaciens et aux confiseurs, qui ne la présentaient guère que sous forme de bonbons ou de sujets moulés.

Les moyens alors employés par la fabrication du chocolat étaient

ère nouvelle, grâce à M. Menier grand-père qui, le premier, fit faire à sa fabrication un progrès économique considérable, et mit à la portée des classes même les moins aisées cette denrée saine, dont Linné appela le principal élément, le cacao, *theobroma cacao* : (nourriture des dieux).

M. Menier venait de fonder à Noisiel-sur-Marne (Seine-et-Marne) un établissement pour la fabrication des produits pharmaceutiques en général, et principalement de ceux qui doivent être réduits en poudre impalpable. Ce fut la première usine en France où s'opéra en grand la pulvérisation mécanique.



vint à livrer à la consommation, à un prix inconnu jusqu'alors, le chocolat Menier, connu partout sous le titre de *chocolat papier jaune*, dont le prix s'est maintenu presque invariable, malgré toutes les fluctuations des cours commerciaux et des droits de douane.

Récompenses obtenues par M. Menier grand-père. — En 1832, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale décernait à M. Menier grand-père, sur le rapport de deux de ses membres, MM. Pelletier et Amédée Durand, une médaille d'or, pour reconnaître la simplicité remarquable de sa fabrication et l'ordre établi dans son usine de Noisiel.

Un grand nombre de médailles, parmi lesquelles deux médailles d'or, furent encore décernées à M. Menier dans les années qui suivirent; enfin, en 1853, la croix de la Légion d'honneur venait récompenser dignement les efforts de cet infatigable travailleur.

Marque de fabrique. — La marque de fabrique du « chocolat-Menier » date réellement de l'année 1833, où M. Menier, abandonnant les usages établis pour le moulage et le pliage du chocolat, donna une forme spéciale à ses tablettes, avec une enveloppe et une étiquette fac-simile de médailles jusqu'alors inconnues au commerce.

Progrès de l'industrie. — *Direction de M. Menier père.* — C'est en 1853 que M. E. Menier, à l'âge de 27 ans, et déjà depuis dix ans dans la maison, prit en mains l'exploitation paternelle. L'usine déjà considérable de Noisiel entra dans une phase nouvelle pour prendre une extension qui en fait aujourd'hui un établissement sans pareil et la plus grande fabrique de chocolat du monde entier.

Quant à l'usine mère de Noisiel, c'est bien autre chose encore: en 1854, sa production annuelle n'était que de 688 000 kilogr.; mais l'extension incessante des affaires de la maison obligea M. E. Menier à construire de nouveaux et vastes ateliers avec un puissant matériel. En 1869, l'établissement livrait déjà à la consommation 3 846 648 kilogr.; dix ans plus tard, ce chiffre était triplé, et actuellement, l'usine de Noisiel produit près de 15 millions de kilogr., ce qui représente un chiffre d'affaires annuel d'environ 60 millions de francs.

Récompenses obtenues par M. E. Menier père. — La liste des récompenses obtenues par M. Menier est longue: entre autres distinctions, il reçut, en 1861, la croix de la Légion d'honneur, puis en 1878, celle d'officier.

En 1870, la maison Menier recevait, sur un intéressant rapport de MM. Duchesne et Tresca, une nouvelle médaille d'or de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. Elle obtint les plus hautes récompenses en 1873 et 1876, aux expositions de Vienne et de Philadelphie, et en 1878, à l'Exposition universelle de Paris, le Grand Prix et deux médailles d'or.

Comme membre de plusieurs jurys, tant à l'Exposition universelle de Londres, en 1862 (classe II: produits chimiques et pharmaceutiques, et classe LXXII: sucres, chocolats, etc.), qu'à l'Exposition universelle de Paris en 1867, M. E. Menier fut mis hors concours. Rappelons aussi qu'il fut, à l'Exposition universelle de 1878, commissaire général du Nicaragua. Il avait dû précédemment déclinier la dignité de ministre plénipotentiaire du Nicaragua près la République française, pour ne pas être obligé de renoncer à son titre de négociant.



FIG. 3. — Plan général du domaine de Noisiel.

Afin de réduire autant que possible les frais d'approvisionnement des cacao, et de s'assurer de la qualité des produits qui entrent dans la fabrication du chocolat, M. E. Menier n'hésita pas à se faire planteur lui-même, et fonda, au bord du lac de Nicaragua, dans l'Amérique centrale, une immense culture de cacaoyers qui est actuellement en plein rapport. Cette plantation, appelée Valle-Menier, d'une superficie totale de plus de 2 000 hectares, y compris la nouvelle plantation de San-Emilio, occupe annuellement plus de 500 indigènes. Un hectare de terrain, y compris les chemins et canaux nécessaires aux irrigations, contient de 1 500 à 1 800 arbustes.

Ce qu'il fit pour le cacao, M. Menier le fit pour le sucre, et, pour s'assurer une qualité constante de sucre blanc, il fonda l'importante sucrerie de Roye (Somme), qui, munie des appareils les plus perfectionnés et alimentée par l'exploitation de champs considérables de betteraves, produit annuellement près de 40 000 sacs de sucre blanc.

M. E. Menier, conformément aux traditions de la Maison, s'approvisionna donc lui-même, directement et sans intermédiaires, des matières premières nécessaires à sa fabrication; ajoutons que ce sont ses propres navires qui apportèrent en France les cacao provenant de ses vastes plantations américaines.

Dans le but d'aborder le grand marché anglais, M. Menier créa ensuite à Londres une usine qui prit rapidement des proportions considérables, provoquées par le succès qui, dès l'origine, s'était attaché à ses produits. Cette usine, fondée pendant la guerre de 1870, fabrique aujourd'hui près de 800 000 kilogr. par année, soit quatre fois la production totale de la France au siècle dernier.

Cette marque d'estime de l'étranger était un juste tribut de reconnaissance envers l'homme éminent dont l'initiative a rendu de si grands services à un pays encore ignorant de ses immenses richesses naturelles, en y introduisant des éléments inespérés de travail, d'ordre et de prospérité.

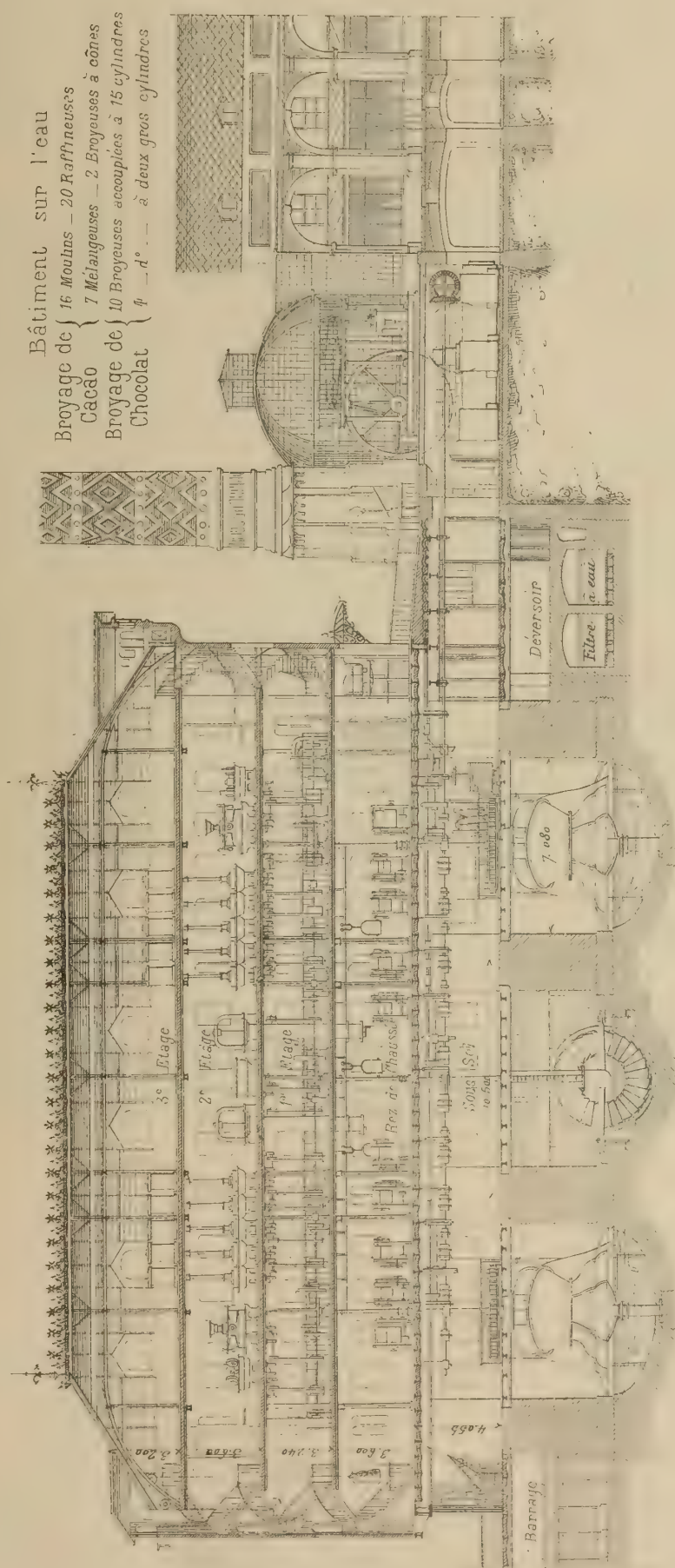
Économiste distingué, M. E. Menier publia plusieurs brochures qui eurent un certain retentissement en France et en Angleterre; agronome non moins éminent, il mérita les éloges de M. J.-B. Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, par sa théorie de la pulvérisation des engrais, qui semble appelée à révolutionner notre agriculture.

M. Menier siégeait depuis 1874 à la Chambre des députés, comme représentant des électeurs de Seine-et-Marne, lorsque la mort l'enleva, en 1881, à l'affection de la grande famille d'ouvriers dont il a été le bienfaiteur.

Ses trois fils, déjà aux affaires depuis plusieurs années, prirent alors la direction des établissements qu'il leur laissait. Continuant à suivre la voie si bien tracée, ils s'attachèrent à augmenter et perfectionner constamment le matériel, déjà très considérable, de leurs usines. Dans le but d'assurer des communications faciles à leur immense usine de Noisiel, ils créèrent un chemin de fer à voie normale de plus de 10 kilomètres desservi par locomotives, qui la relie à la ligne de l'Est; ils firent aussi construire sur la Marne des quais de débarquement d'une longueur de 500 mètres, qui aboutissent à une rampe de tirage où se font les abordages et les mises à l'eau.

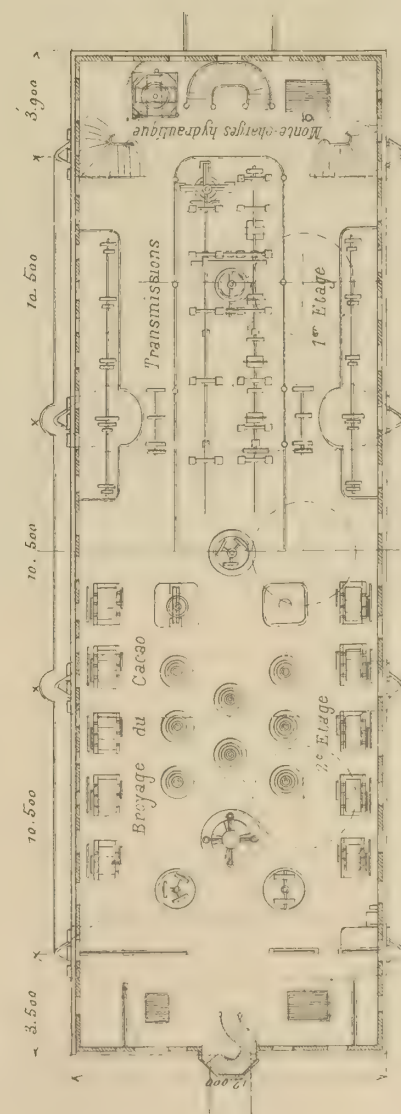
En 1881, M. Henri Menier, l'aîné des chefs actuels de la maison,

USINE DE NOISIEL — FABRIQUE DE CHOCOLAT DE M. MENIER



Bâtiment sur l'eau
 Broyage de { 16 Moulins — 20 Raffineuses
 Cacao { 7 Mélangeuses — 2 Broyeuses à cônes
 Broyage de { 10 Broyeuses accouplées à 15 cylindres
 Chocolat { 4 — d° — à deux gros cylindres

Plan général de l'Usine et de ses dépendances



était nommé chevalier de la Légion d'honneur ; son frère, M. Gaston Menier, recevait aussi la croix deux ans plus tard, à la suite de l'Exposition d'Amsterdam, où la Maison, une deuxième fois, remporta le grand diplôme d'honneur.

A l'Exposition universelle de 1889, le succès de la Maison Menier a été complet dans toutes les classes où elle a exposé. Elle y a remporté trois grands prix, quatre médailles d'or et deux médailles d'argent ; en même temps que des concours agricoles remarquables dont nous avons rendu compte ⁽¹⁾, honorés de la présence du Président de la République, mettaient en lumière toute la portée scientifique et économique de l'exploitation de Noisiel, hommage touchant et mérité, auquel tout le monde a applaudi, M^{me} Menier mère recevait de M. Carnot, au cours de ces expériences, la croix du Mérite agricole. Parmi les distinctions honorifiques qui viennent d'être accordées à l'occasion de l'Exposition de 1889, figure la promotion de M. Henri

Organisation de la maison centrale à Paris. — La maison Menier centralise à Paris toutes ses opérations dans deux immeubles très vastes et très largement installés : le plus ancien, établi rue d'Enghien, étant bientôt devenu insuffisant, à cause des affaires croissantes, un nouvel immeuble fut construit, il y a quelques années, rue de Châteaudun.

En même temps était établi dans la rue d'Aubervilliers un vaste entrepôt destiné à assurer un service régulier et rapide des marchandises. Relié par un raccordement avec la ligne de l'Est, cet entrepôt reçoit par wagons spéciaux les chocolats destinés à la consommation parisienne ; ces wagons, aménagés d'une façon particulière, sont chargés dans l'usine même et déchargés dans l'entrepôt. Non seulement le transport s'effectue ainsi plus rapidement, mais encore la marchandise arrive à destination dans de meilleures conditions. Les expéditions de douane sont préparées rue d'Aubervilliers.

La maison Menier possède un téléphone spécial et une ligne télégra-



FIG. 4. — USINE DE NOISIEL. — Vue de l'atelier de torréfaction.

Menier au grade d'officier de la Légion d'honneur. Voici d'ailleurs la liste des récompenses décernées en 1889 à la Maison Menier.

GRANDS PRIX :

Fabrication du chocolat (*Classe 72*). — Produit des plantations (*Classe 43*). — Fabrication du caoutchouc (*Classe 45*).

MÉDAILLES D'OR :

Fabrication des câbles électriques (*Classe 62*). — Produits du Valle-Menier, Nicaragua (*Classe 72*). — Fabrication des pâtes alimentaires (*Classe 67*). — Economie sociale. Maisons ouvrières (*Section XI*). — Economie sociale. Institutions patronales (*Section XIV*).

MÉDAILLES D'ARGENT :

Economie sociale. Cercles ouvriers. Fanfare (*Section XII*). — Produits agricoles du Valle-Menier (*Classe 44*).

DISTINCTION HONORIFIQUE :

Promotion de M. Henri Menier au grade d'officier de la Légion d'honneur.

Tel est, rapidement esquissé, l'historique d'une des plus belles usines de France, au développement de laquelle se sont déjà consacrées trois générations d'une de ces familles entreprenantes et laborieuses, qui sont l'honneur de notre Industrie.

phique de 30 kilomètres, qui mettent en communication constante la maison centrale et l'entrepôt de la rue d'Aubervilliers avec l'usine de Noisiel, à laquelle nous allons consacrer la suite de cette étude.

Usine hydraulique de Noisiel-sur-Marne (planches I, II, III). — Cet établissement modèle est situé dans une position pittoresque, sur un bras de la Marne, dont les eaux, pendant dix mois de l'année environ, alimentent de puissantes turbines d'une puissance totale dépassant 400 chevaux, et auxquelles peuvent suppléer quatre machines à vapeur de 400 chevaux, alimentées par des générateurs tubulaires ; l'un d'eux est toujours en feu pour le chauffage des appareils et des ateliers en hiver.

L'usine, d'un aspect monumental, possède de vastes ateliers, dont chacun est affecté à un travail spécial. Partout règne le plus grand ordre ; la plus grande propreté préside aux opérations complexes dans lesquelles les machines remplacent presque partout la main de l'ouvrier, dont l'intelligence est surtout et principalement en jeu.

Les cacaos arrivent directement en wagons dans l'intérieur de l'usine ; ils entrent à l'état brut dans les ateliers, où ils subissent une série d'opérations préliminaires avant la fabrication proprement dite. Dans le triage, fait par plus de 200 femmes, les cacaos sont soigneusement

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 43, p. 282.

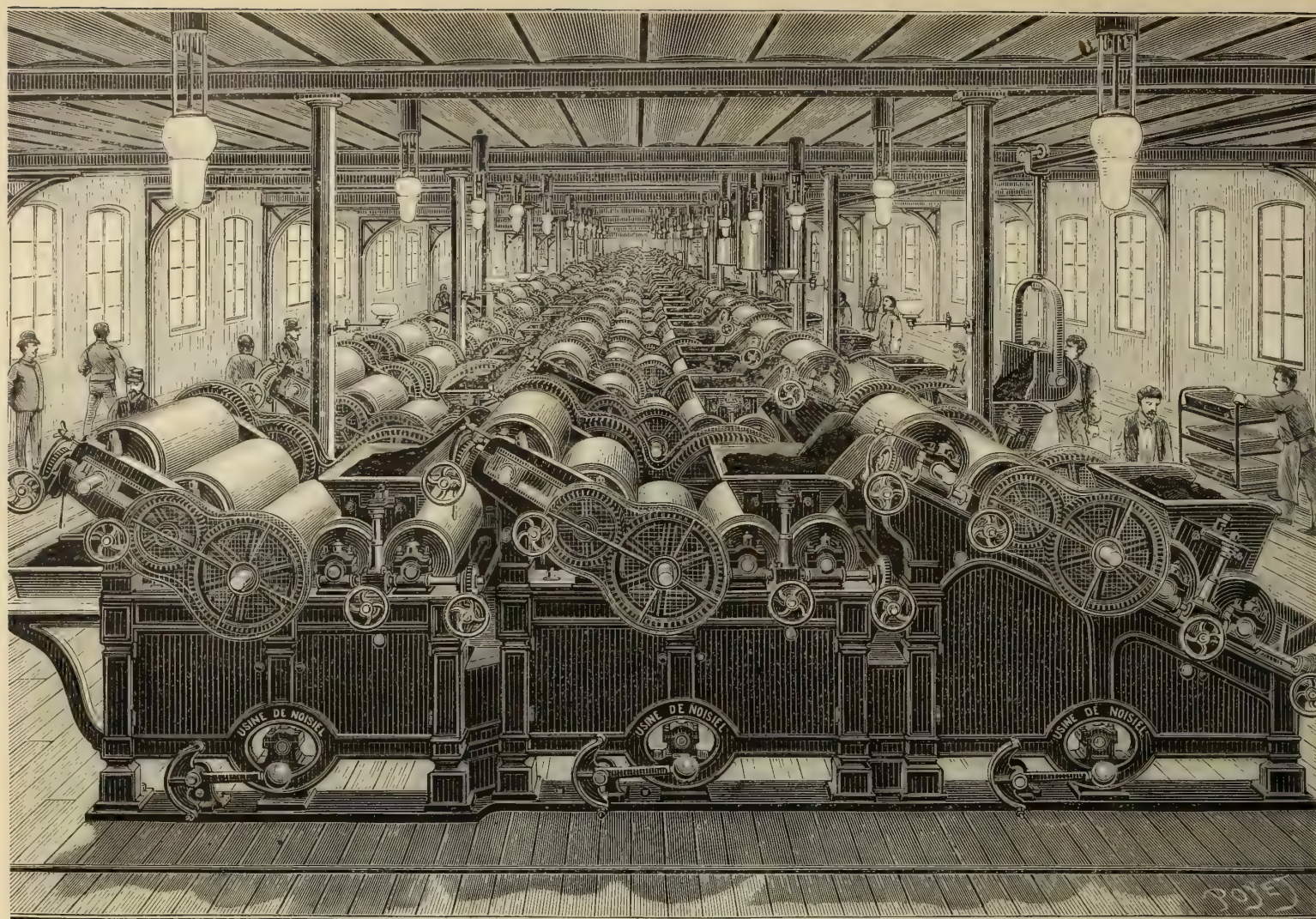


FIG. 5. — USINE DE NOISIEL. — Vue d'un des ateliers de broyage.



FIG. 6. — USINE DE NOISIEL. — Vue de l'atelier de pesage et de moulage des tablettes.

USINE DE NOISIEL — CITÉ OUVRIÈRE
Détails d'une Maison isolée à deux logements indépendants.

Fig.1. Elevation sur la Cour.



Fig.2. Coupe en long.

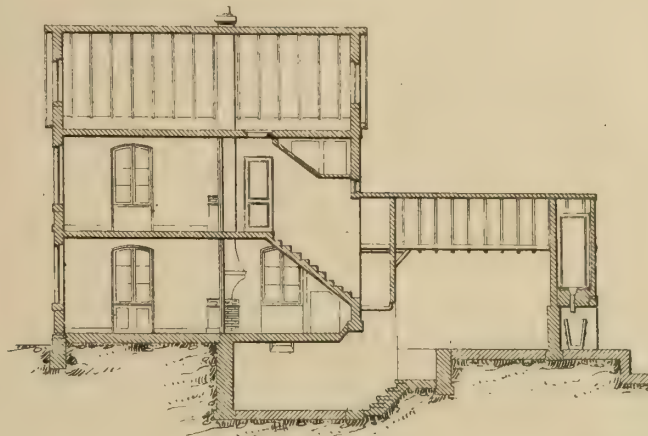
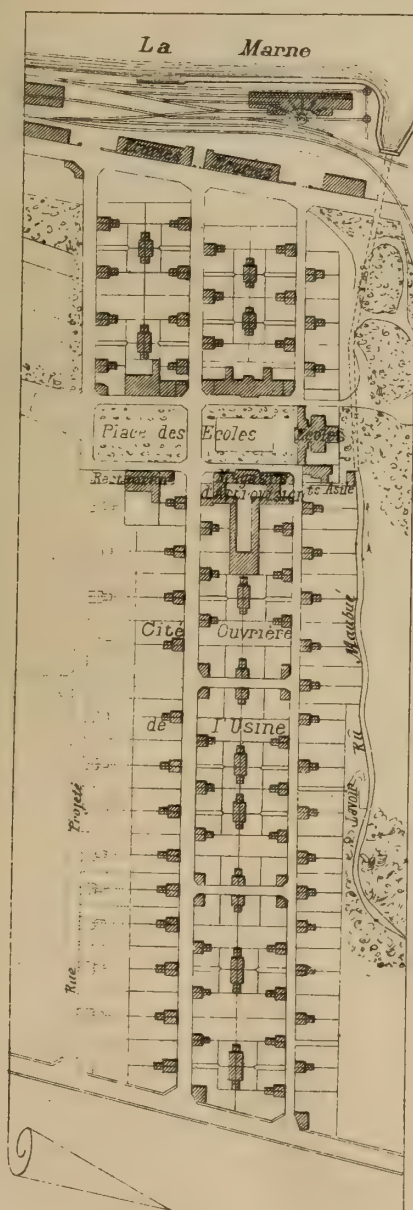
Fig.3. Plan de la Cité ouvrière.
Echelle de 0.0002 par mètre.

Fig.4. Façade sur la Rue.

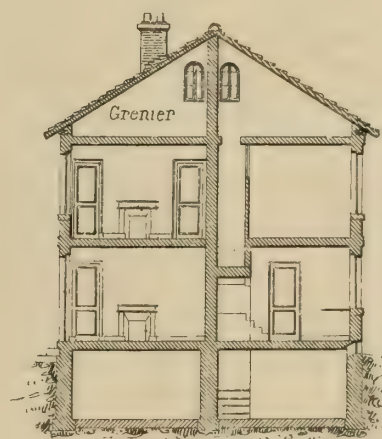
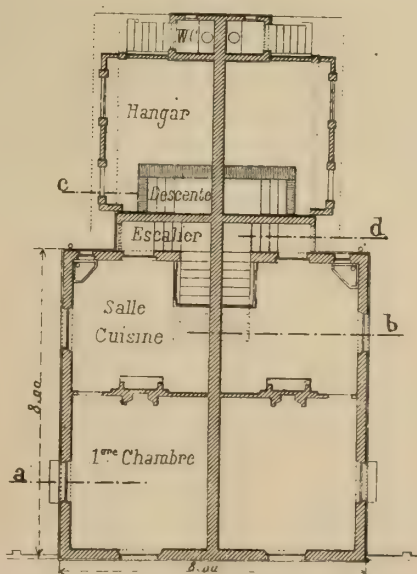
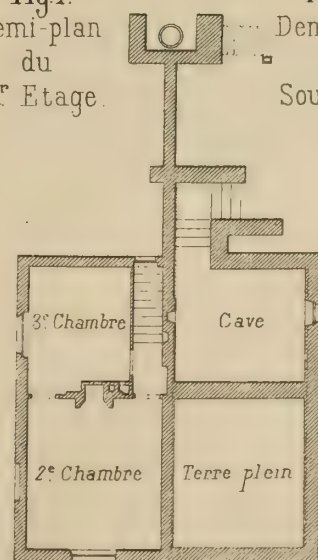
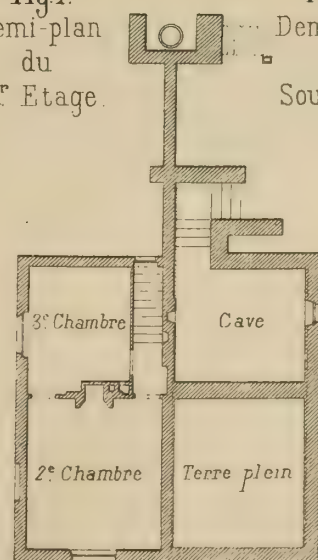
Fig.5. Coupe en travers
du bâtiment sur a b.

Fig.6. Plan du Rez de Chaussée



Echelle de 0,005

Fig.7.
Demi-plan
du
1^{er} Etage.Fig.8.
Demi-plan
du
Sous-Sol.

débarrassés de tout corps étranger ; les grains avariés sont enlevés, et, seules, les graines reconnues saines et de bonne qualité sont envoyées par sacs au brûloir, pour être torréfiées.

Les appareils torréfacteurs sont au nombre de 18 : remplis aux deux tiers de leur volume, ils sont mis en mouvement au-dessus d'un feu de coke. L'opération dure de 40 à 50 minutes, et nécessite une température moyenne de 130 degrés.

Le grain est ensuite décortiqué dans trois *décortiqueurs-diviseurs*, placés au-dessus des brûloirs, et où le déversent, au fur et à mesure, des élévateurs à augets.

Ensuite, les cacaos sont séparés par qualités, broyés, réduits en pâte parfaitement homogène, malaxés et unis intimement au sucre : la pâte ainsi obtenue est alors pesée mécaniquement et divisée en pains de 125 à 250 grammes, qui vont se placer automatiquement dans un moule présentant des divisions demi-cylindriques, qui portent le nom *Menier*.

Reste à démouler, plier et emballer le chocolat ; auparavant, des *tapoteuses* mécaniques secouent la pâte dans les moules, de façon à lui en faire prendre exactement la forme et à en extraire toutes les bulles d'air.

Le démoulage du chocolat se fait dès qu'il a été amené à l'état solide,

chet *Menier* ; une petite bande portant les mots *Chocolat Menier* est aussi collée sur le côté. Une dernière enveloppe est mise, et les tablettes sont réunies en paquets de 4 kil. 500.

La seule dépense des feuilles d'étain employées par l'usine de Noisiel, représente une somme annuelle de 700 000 francs environ, cela suffit à donner une idée des matières premières mises en œuvre dans cet immense établissement.

Toutes les opérations de fabrication sont faites à Noisiel au moyen des machines les plus ingénieuses, auxquelles MM. Menier apportent chaque jour les améliorations indiquées par les progrès incessants de la science, et cela sans épargner ni dépenses, ni efforts : c'est ainsi, on ne saurait trop le répéter, car l'exemple est frappant, qu'ils maintiennent leur usine et leur fabrication à la tête de leur industrie.

Les organes de transmission de mouvement occupent deux étages, et sont ainsi placés dans les meilleures conditions pour mettre les ouvriers à l'abri de tout accident ; de cette disposition intelligente résulte aussi une propreté extrême dans les divers ateliers.

Signalons en passant une machine des plus ingénieuses, d'origine américaine, qui sert à l'usine de Noisiel à la fabrication automatique des nombreuses caisses servant à l'emballage du chocolat ; les bois en planches, débités mécaniquement en long, puis en

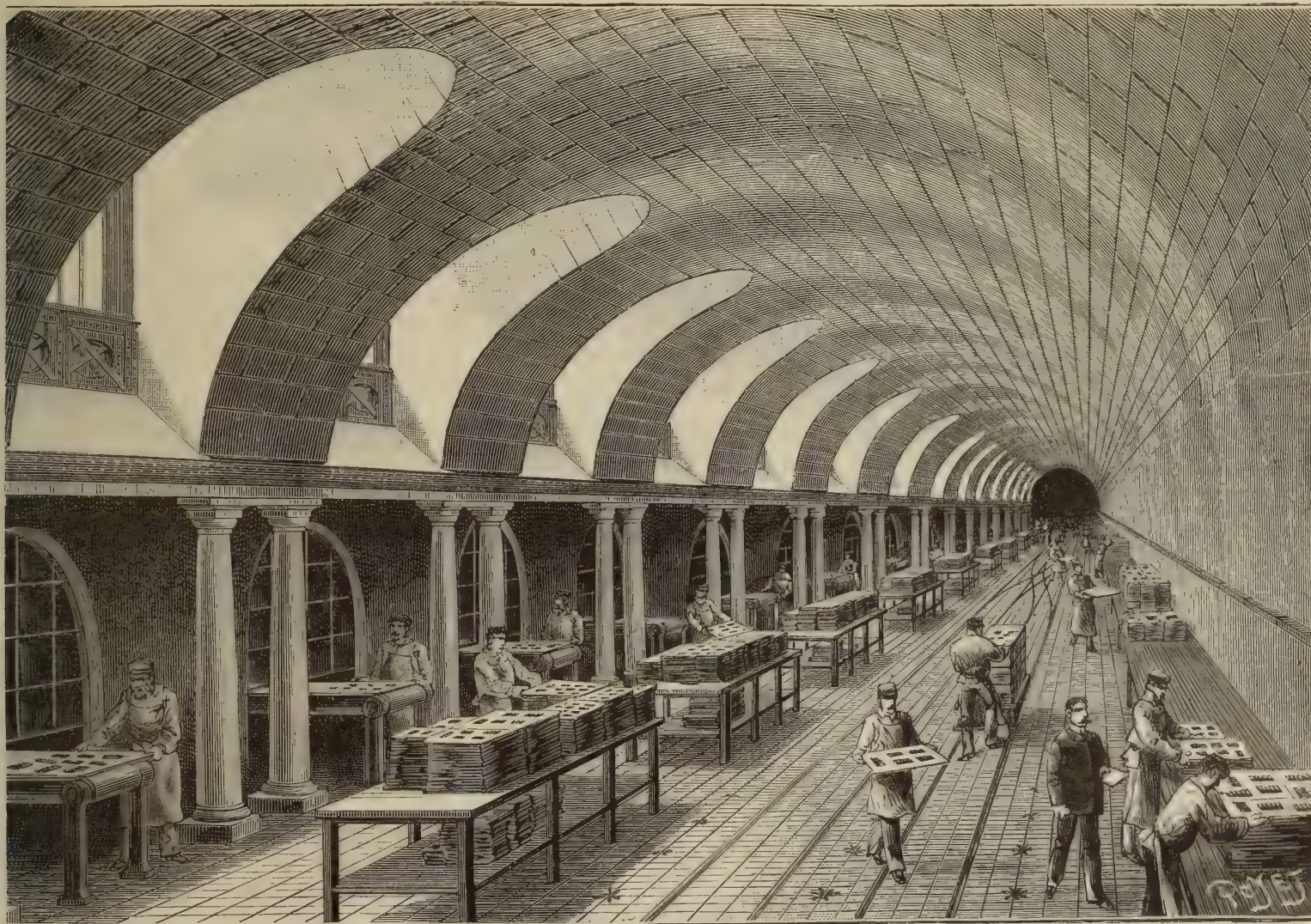


FIG. 7. — USINE DE NOISIEL. — Démoulage du chocolat.
Galerie dans laquelle aboutissent les chaînes continues sur lesquelles cheminent les tablettes de chocolat pendant leur refroidissement.

le refroidissement s'opère méthodiquement dans des appareils à mouvement continu très ingénieux, entretenus à basse température par deux puissantes machines frigorifiques, du système Giffard, actionnées par deux machines à vapeur compound horizontales de 50 chevaux chacune.

L'eau nécessitée par les réfrigérants provient d'un puits artésien de 110 mètres de profondeur, dont le débit normal au niveau des sous-sols de l'usine est de 58 000 litres par heure, et peut atteindre 90 000 litres avec une faible aspiration. D'autre part, des sources constantes fournissent plus de 12 000 litres à l'heure d'une eau excellente, dont la température reste toujours à 12°.

Le chocolat, refroidi et retiré des moules, est monté à l'atelier de pliage, situé directement au-dessus des rafraichissoirs, au moyen de deux monte-charges hydrauliques : les ouvrières plieuses, au nombre de 450 environ, s'en emparent et, après l'avoir garni d'une feuille de papier d'étain, d'une enveloppe en papier de couleur, collent en dessous de chaque tablette une étiquette à médaille, où est placé le ca-

travers, à l'aide de scies circulaires et à ruban, sont assemblés en panneaux, puis rabotés par de puissants outils qui en règlent exactement l'épaisseur, tout en leur donnant une surface parfaitement unie, ce qui est indispensable pour le travail subséquent. A l'aide d'une machine à imprimer rotative, analogue aux machines à imprimer les journaux, les panneaux sont imprimés en noir avec une précision et une rapidité remarquables : cette impression, faite à l'encre indélébile, est, en outre, incrustée dans le bois, ce qui en fait une marque ineffaçable. Les caisses fabriquées à Noisiel au nombre d'un millier environ par jour, sont de trois formats principaux : les caisses, les demi-caisses, les quarts, et chacune d'elles se fait en quatre mesures : des machines à clouer, installées en batteries à Noisiel, terminent les caisses préparées par la machine dont nous venons de parler et enfoncent chacune une moyenne de plus de 24 000 clous par jour, soit pour 4 machines 100 000 clous environ, non compris ceux posés à la main pour le couvercle, après l'emplissage.

La précision et la rapidité d'exécution résultent de l'emploi de ces

machines. On comprend toute l'utilité que présente cet outillage spécial dans une usine aussi importante que celle de Noisiel.

Le personnel des usines Menier. — Le personnel de direction comprend, un directeur, un ingénieur, un sous-ingénieur, un chimiste, et six comptables et employés aux réceptions et expéditions. Cinq chefs d'ateliers dirigent la fabrication, secondés de sous-chefs, et sept chefs d'ateliers sont à la tête des différents corps d'état. L'usine de Noisiel-sur-Marne occupe actuellement plus de quinze cents ouvriers et ouvrières; ces dernières sont au nombre de six cents.

Habitations ouvrières (pl. III). — La population entière de la localité est affectée à l'usine, près de laquelle on lui a assuré le logement et les moyens de subsistance dans les meilleures conditions d'hygiène et d'économie, en créant une vaste cité ouvrière composée de plus de 200 habitations isolées et indépendantes.

Un jardin spacieux entoure chaque maison, munie de bornes-fontaines pour le puisage de l'eau nécessaire aux besoins domestiques. Les rues sont larges, plantées d'arbres et éclairées au gaz, que fournit l'usine à gaz spéciale de l'établissement.

Il y a, en outre, des lavoirs et des bains largement pourvus d'eau.

Chaque habitation mesure une superficie de 400 mètres carrés pour le jardin, et de 64 mètres pour le logement. Le loyer annuel est de

ou asile, une classe primaire mixte, une classe primaire pour les garçons et une pour les filles. Les enfants y sont reçus gratuitement, et tous les frais, sans distinction, restent à la charge de l'établissement. Le nombre des enfants fréquentant ces écoles est de 250.

Bibliothèque, cours, secours médicaux. — Une bibliothèque très bien montée est à la disposition des ouvriers : elle est composée de livres appropriés à leur état. Des cours sont faits aux adultes.

Un médecin est spécialement attaché à l'établissement : en cas de maladie ou d'accident, les secours sont donnés avec promptitude, au moyen d'une pharmacie complète pourvue largement de tous les produits nécessaires, livrés gratuitement au personnel.

Caisse de secours. — Une caisse de secours, généreusement alimentée par MM. Menier, distribue des dons en argent et en nature : les ouvriers reçoivent, lorsqu'ils sont malades et sur les constatations du médecin : les hommes 2 francs, les femmes 1 franc, et cela, pendant tout le temps de leur maladie. Enfin, une caisse d'épargne reçoit, à raison de 6 % l'an, les économies des ouvriers.

Les salaires sont élevés, et rien n'a été omis pour le bien-être matériel et la culture morale des ouvriers. Aussi ne connaît-on ni chômages, ni grèves, dans cette heureuse cité de Noisiel, où les ouvriers vivent sédentaires depuis plusieurs générations.



FIG. 8. — USINE DE NOISEL. — Vue d'un des ateliers de pliage et d'emballage des tablettes.

150 francs seulement, bien que chacune des habitations ait coûté 5 000 francs : le produit des loyers est entièrement abandonné au service des écoles, de l'asile, etc., et les contributions et frais d'entretien sont à la charge des propriétaires.

Des magasins d'approvisionnement très largement installés livrent au prix de revient toutes les denrées, vêtements, combustibles, etc., nécessaires à la vie. Des cantines offrent des aliments sains et substantiels, et logent les ouvriers célibataires.

On a, de plus, disposé dans l'usine trois grands réfectoires : un pour les hommes, un autre pour les femmes, le troisième mixte, pour les ménages; ce nombreux personnel peut ainsi prendre ses repas dans un lieu sain, chauffé en hiver et bien aéré en été. Les ouvriers qui habitent les environs apportent le matin leur nourriture, qui est tenue au chaud jusqu'à l'heure des repas. Le même bâtiment comporte une très belle salle de réunion et de conférences.

Écoles gratuites. — Un groupe scolaire, fondé par M. E. Menier, développé et entretenu par ses fils, comprend une classe gardienne

Telle est, dans ses données générales, l'organisation perfectionnée de la fabrication du chocolat dans les usines de la maison Menier. Nous avons dû, en raison de notre cadre, abréger sur bien des points que nos dessins compléteront au point de vue technique.

Nous ne parlerons que d'une manière tout à fait accessoire d'une industrie qui est venue s'ajouter à celles que dirigent MM. Menier. Ayant eu l'occasion d'acquérir un moulin et une chute d'eau importante qui commandait la chute de l'usine de Noisiel, ils ont continué d'exploiter l'industrie de pâtes alimentaires des Moulins de Chelles. Et comme si rien que le fait d'être touchée par ces grands industriels suffisait à donner l'activité et la prospérité à une industrie, cette fabrication a pris en peu de temps une extension considérable, et elle a obtenu une médaille d'or à l'Exposition de 1889.

Pour terminer cette brève étude, nous examinerons maintenant la fabrication du caoutchouc, installée d'après les mêmes principes, et dont le développement, comme pour en démontrer l'excellence, est également incessant.

2^e PARTIE. — FABRICATION DU CAOUTCHOUC ET DE LA GUTTA-PERCHA
A L'USINE MENIER A GRENELLE

La seconde industrie de MM. Menier est, dans un genre différent, presque aussi importante que la première. La fabrication du caoutchouc et de la gutta-percha dans l'usine de Grenelle devient chaque jour plus intéressante par ses progrès rapides et ses applications nombreuses. Il n'est personne qui n'en connaisse quelques-unes des formes les plus usitées, et qui ne participe à l'emploi d'un grand nombre d'entre elles. On peut dire que, depuis la Science en général dans ses branches multiples, jusqu'aux plus petits détails de la vie privée, l'utilité de ces deux produits s'accuse d'une manière irréfutable.

L'Angleterre s'était, la première, consacrée à la fabrication du caoutchouc et de la gutta-percha, dont elle a longtemps conservé le monopole. Au fur et à mesure que se développait la télégraphie électrique, l'emploi des câbles prenait une plus grande extension. C'était elle qui les fournissait entièrement, et cet état de choses dura jusqu'au jour où MM. Menier tentèrent de retirer à l'Angleterre cette sorte de suprématie, et de livrer des produits entièrement fabriqués dans une usine française; et ils surent donner une impulsion féconde à une industrie que la multiplication incessante des applications de l'électricité appelait à prendre un développement considérable.

L'usine fut installée à Paris-Grenelle, au bord de la Seine, près de la ligne du pont de l'Alma aux Moulineaux: son outillage fut créé de toutes pièces et construit sur les lieux mêmes: les moyens

ci-dessus, en 1879, l'installation de lignes souterraines reliant Paris aux principales villes de France, c'est à MM. Menier que fut confié le soin de créer le type de la première ligne, entre Paris et Nancy. Cet important réseau compte de nombreux tronçons à 6, 12 et 21 conducteurs, représentant une longueur totale de 15 500 kilomètres; la réussite complète de cette entreprise hardie, a définitivement introduit dans notre pays le système de la télégraphie souterraine pour les longues transmissions.

Dirigés par des hommes aussi « modernes » et aussi « scientifiques », dans toute la juste acception des mots, que le sont MM. Menier, leurs établissements ont été les premiers à bénéficier des nombreuses découvertes de la Science appliquée à l'industrie. La lumière électrique y fut établie dès 1875, par MM. Menier, qui installèrent à Grenelle et à Noisiel 14 machines Gramme, dont l'emploi était jusqu'alors réservé à quelques travaux spéciaux. Pour résoudre l'important problème du transport des forces, diverses expériences eurent lieu, et les câbles employés furent fabriqués à Grenelle, où MM. Menier firent aussi construire plusieurs machines dynamo d'une grande puissance.

Aujourd'hui, l'usine compte dans ses nombreuses machines les perfectionnements les plus récents, et c'est avec raison que les écoles d'industrie et de commerce la font fréquemment visiter à leurs élèves, pour leur montrer le mouvement actuel de la Science et ses belles applications à l'Industrie.

L'Exposition universelle de 1878 a valu à MM. Menier les plus hautes

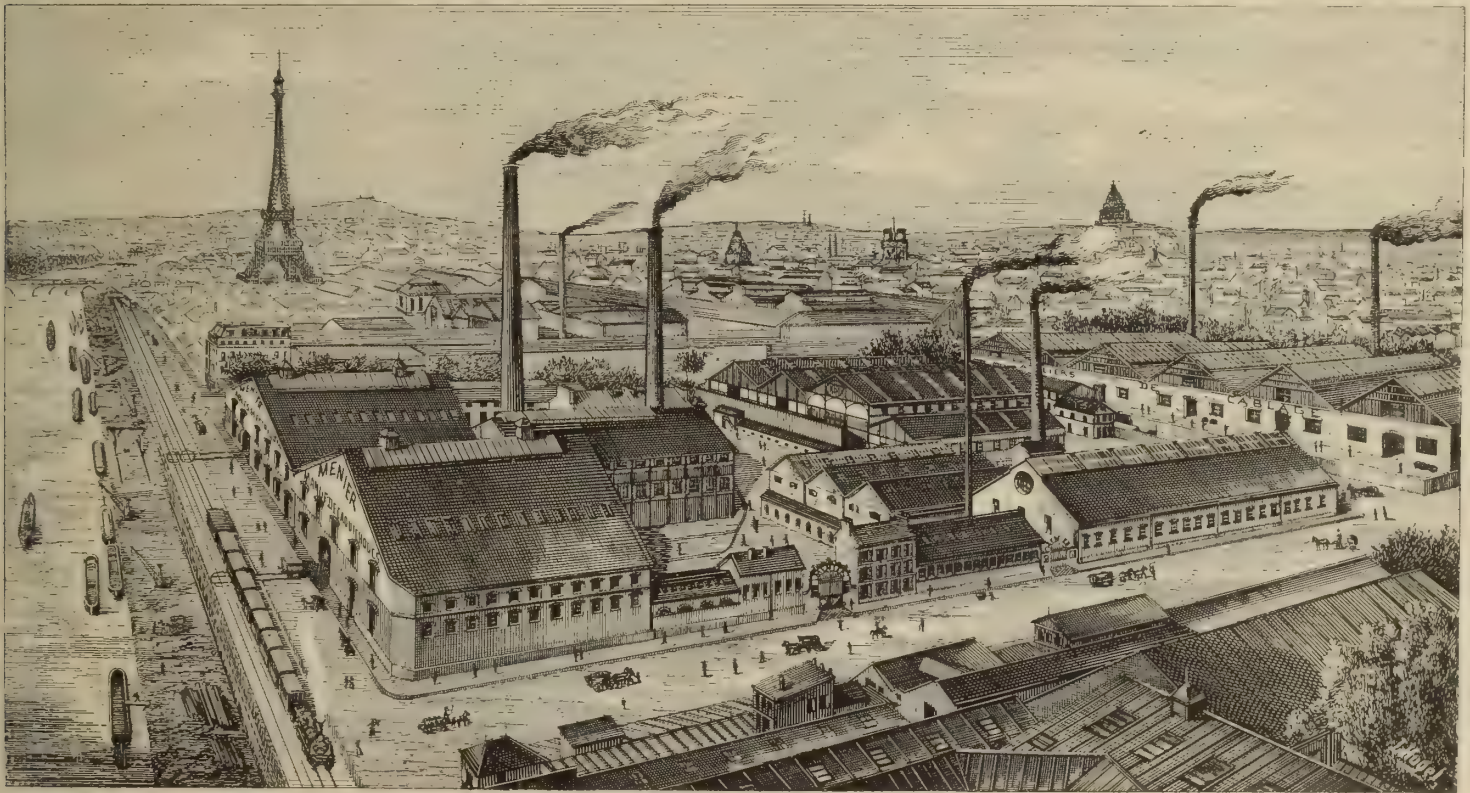


FIG. 9. — FABRICATION DU CAOUTCHOUC ET DES CÂBLES ÉLECTRIQUES. Vue générale de l'usine de Grenelle.

d'action appartiennent donc à la maison Menier, et c'est là un point qu'on ne saurait trop faire remarquer.

L'intelligente organisation des diverses parties de cette importante fabrique en fait un établissement modèle, un véritable établissement scientifique, où le travail est sérieusement et savamment dirigé.

MM. Menier livrent actuellement au commerce toutes les pièces de caoutchouc nécessaires aux divers usages industriels: feuilles pour clapets, joints, rondelles, tuyaux d'arrosage, d'épuisement, à vapeur, à gaz, etc., pour les chemins de fer, tampons de choc, rondelles de suspension, tuyaux de freins, etc.

Mais les grandes spécialités de la maison sont principalement les courroies de transmission, la fabrication de l'ébonite, ou caoutchouc durci, et enfin celle des conducteurs et câbles électriques, depuis les fils de sonneries jusqu'à l'énorme câble qui doit porter la pensée à travers les mers. C'est en 1873 que cette Maison livra le premier câble, et depuis, elle fabriqua successivement les câbles sous plomb pour la télégraphie et la téléphonie souterraines de Paris et des grandes villes, les grands câbles côtiers sous-marins, les câbles d'acier reliant les forts de Paris, des câbles spéciaux pour torpilles, pour mines, et presque tous ceux qui sont en usage dans la marine et dans la télégraphie militaire; enfin, les câbles pour la transmission de l'énergie à distance par l'électricité.

Parmi les câbles sous-marins figure celui du Havre à Honfleur, d'un poids moyen de 14 kilogr. au mètre courant. Lorsque fut dé-

récompenses des classes où leurs produits furent exposés: deux médailles d'or, l'une pour le caoutchouc et la gutta-percha et l'autre pour les câbles électriques. Les principaux collaborateurs ne furent pas oubliés par le jury, qui décerna une médaille d'argent à M. Tessier, directeur de l'usine de Grenelle.

Après l'Exposition d'électricité, à Paris en 1881, M. Henri Menier reçut la croix de la Légion d'Honneur.

Jetons maintenant un rapide coup d'œil sur l'usine de Grenelle elle-même, et sur les phases si intéressantes de la fabrication de ses principaux produits.

L'atelier principal est un grand hall de plus de 1200 mètres carrés, portant à mi-hauteur, le long de ses murs, une galerie à jour d'environ 3 mètres de large. Une ligne de colonnes de fonte, élevée au centre dans le sens de la longueur, porte l'arbre de transmission et ses poulies. Un canal parallèle et également médian conduit la vapeur partout où elle est nécessaire, car il est indispensable pour toutes les opérations que doit subir le caoutchouc, d'avoir à sa portée les moyens de se procurer la température voulue.

Le caoutchouc provient du Brésil, de Madagascar, des Indes et de Bornéo. Le Valle-Menier, fondé au Nicaragua par M. Menier père et dont nous avons parlé dans notre étude sur l'Usine de Noisiel, en produit aussi une grande quantité, et la province tout entière l'exploite d'une manière très étendue.

De même que la gutta-percha, le caoutchouc est un suc laiteux pro-

venant de certains arbres des tropiques ; celui-ci se recueille par incisions sur les troncs de « l'Hoevea Guyanensi » et du « Ficus elastica » dont les Indiens tiraient déjà parti, lors de la conquête de l'Amérique. Il arrive dans l'usine sous forme de grosses poires irrégulières ; celles-ci sont d'abord ouvertes et placées dans des bacs remplis d'eau chaude, où elles se ramollissent, de manière à faciliter les opérations ultérieures. Ensuite, placées sous un laminoir formé de deux cylindres animés de vitesses inégales et arrosés d'un courant d'eau, elles sont arrachées, déchiquetées et débarrassées de toutes les matières terreuses qu'elles contiennent. Un second passage dans le déchiqueteur rend la gomme assez propre et assez ductile pour qu'elle puisse déjà, par son adhérence, former une sorte de guipure grossière.

On réitère l'opération jusqu'à ce que cette guipure soit transformée en une feuille pleine à surface rugueuse, que l'on transporte dans de vastes séchoirs, où elle se débarrasse complètement tant des eaux de lavage que de celles interposées dans la matière première. C'est à ce moment que le caoutchouc, bien sec, est mélangé avec le soufre nécessaire à la « vulcanisation » ainsi qu'avec les différents corps qui, en se mélangeant, doivent lui communiquer certaines propriétés, selon les usages auxquels on le destine.

C'est là un des points les plus importants de la fabrication, d'où dépend toute l'homogénéité de la matière : chaque ouvrier travaille une masse de 20 kilogr. environ jusqu'à ce que le mélange soit parfait, et que cette masse soit absolument homogène dans toutes ses parties.

La vulcanisation, découverte vers 1842 par un industriel américain nommé Goodyear, mais gardée soigneusement secrète, fut retrouvée, à force de recherches, par un Anglais, appelé Thomas Hancock ; c'est, comme nous l'avons dit, une combinaison du soufre et du caoutchouc qui se fait à une température de 170° environ, et qui modifie profondément les propriétés physiques du caoutchouc. Chimiquement pure, la résine est blanche et solide à la température ordinaire ; elle possède une grande élasticité, qu'elle perd si on la refroidit jusqu'à zéro degré ; elle se ramollit à 50°, et ses bords, fraîchement coupés, se soudent alors à eux-mêmes très facilement.

Combiné au soufre, le caoutchouc devient tenace et élastique, ne durcit plus au froid et ne se ramollit plus à la chaleur ; il conserve son élasticité depuis la température la plus basse jusqu'à 180° au-dessus de zéro ; il ne se soude plus à lui-même ; il est insoluble dans tous les dissolvants connus. On comprend que, dans ce nouvel état, le caoutchouc soit devenu un remarquable produit industriel ; aussi n'est-ce qu'à partir de cette découverte que ses applications sont devenues si nombreuses et si utiles.

L'excès de vulcanisation produit l'*ébonite* ou caoutchouc durci, que ses qualités anti-conductrices et sa solidité ont fait adopter presque exclusivement pour les pièces isolantes des appareils électriques, et pour certaines cuves de piles portatives, comme celles de la télégraphie militaire.

Les courroies de transmission, l'une des grandes spécialités de l'usine de Grenelle, exigent des soins de fabrication tout particuliers, pour réunir toutes les qualités qu'on exige d'elles. On a eu pendant longtemps, à leur endroit, des préventions parfaitement justifiées, étant donnée la manière défectueuse dont on les fabriquait anciennement. Ces courroies, en effet, vulcanisées par chaleur humide, conservaient de la vapeur d'eau dans leurs tissus divers, d'où résultait un manque d'homogénéité et, partant, de solidité.

Par le procédé actuel employé à l'usine de M. Menier pour la vulcanisation par chaleur sèche, on obtient, au contraire, des courroies parfaitement homogènes, quelles que soient leurs dimensions. Les courroies, en caoutchouc et toile, fabriquées ainsi, ont sur les courroies de cuir de grands avantages : elles restent toujours parfaitement droites et ne glissent jamais sur les poulies, grâce au caoutchouc qui les recouvre ; en cas d'usure ou d'accident, elles peuvent se réparer sans qu'il en résulte ni surépaisseur ni couture. Leur résistance, point capital pour les industriels, est supérieure à celle des courroies en cuir de même section ; enfin, l'allongement élastique des courroies en cuir est double de celui des courroies en caoutchouc et toile, dont l'allongement permanent est à peu près nul.

D'un autre côté, les courroies en caoutchouc et toile sont les seules qu'il soit possible d'employer dans l'eau ou dans des milieux humides et à température variable.

MM. Menier avaient établi, à l'Exposition universelle de 1878, pour le compte de MM. Geneste et Herscher, toutes les courroies qui mettaient en mouvement les appareils de ventilation de la salle des Fêtes du Trocadéro ; ces courroies, qui fonctionnaient dans des caves profondes et humides, ne donnèrent jamais lieu à la plus petite réparation.

Les courroies de transmission sont fabriquées, à Grenelle, au moyen d'une toile très solide, d'un tissu particulier, que l'on enduit très fortement de caoutchouc sur ses deux faces à l'aide d'une machine rotative ; c'est un calendreur à cylindres chauffés, qui fait pénétrer parfaitement le caoutchouc dans le tissu et le noie dans sa masse. La feuille est alors repliée un certain nombre de fois, selon la longueur et la force qu'on veut lui donner, et on vulcanise sous les presses à une température déterminée, mais toujours très élevée,

afin de permettre à la courroie de fonctionner convenablement à la chaleur.

La fabrication des tuyaux est des plus simples, mais nécessite beaucoup d'attention ; on enroule successivement sur des mandrins, saupoudrés de talc pour empêcher l'adhérence, des feuilles de caoutchouc mélangé de soufre, et des bandes de toile dont le nombre dépend de la force à donner au tuyau. Les feuilles de caoutchouc sont soudées à elles-mêmes sur le mandrin, et la solidité de cette soudure est augmentée par l'addition d'un peu de sulfure de carbone étendu au moyen d'un pinceau.

Ainsi préparés, les tuyaux sont vulcanisés dans des autoclaves spéciaux, après avoir été recouverts de bandes de toile enroulées en spirale pour empêcher la déformation.

Les tuyaux destinés à supporter une forte pression extérieure, comme ceux d'aspiration des pompes à incendie ou des freins à vide, sont garnis intérieurement de spirales en fils métalliques, noyées dans la pâte. Enfin, M. Menier a imaginé de protéger, par une couche de caoutchouc feutré d'une composition particulière, les tuyaux adoptés par les sapeurs-pompiers de Paris et des grandes villes, ce qui leur permet de résister parfaitement lorsqu'ils frottent sur le sol.

La fabrication des conducteurs et des câbles électriques est de beaucoup la partie la plus importante de l'usine de Grenelle. C'est une œuvre à la fois fort délicate et fort complexe.

Le fil métallique, en cuivre, passe d'abord dans un bain à base de résine, destiné à faire adhérer la gaine de gutta-percha qu'il reçoit en passant dans une presse très ingénieuse : dans cet appareil, la gutta-percha, rendue demi-fluide par la chaleur, est comprimée dans des filières de nickel, d'où elle s'échappe en recouvrant le fil de cuivre qui passe exactement dans son axe. Afin d'éviter toute déformation de l'enduit, on obtient un refroidissement instantané en plongeant le fil, sur toute sa longueur, dans un bac plein d'eau fraîche, puis le fil est enroulé sur des tambours ou dévidoirs.

C'est alors que le fil passe des mains de l'ouvrier dans celles de l'expérimentateur et du savant, qui le soumettent aux premières épreuves électriques, pour s'assurer qu'il est parfaitement isolé et qu'il ne se produit aucune déperdition de fluide dans toute sa longueur. Cette vérification, toute scientifique, est renouvelée jusqu'à cinq ou six fois sur le même conducteur. Ce n'est donc qu'après une expertise des plus minutieuses que les conducteurs électriques sont employés à la confection des câbles. On les recouvre alors de trois couches protectrices, qui consistent en deux enveloppes de ruban de coton tanné, et enduites de goudron très pur, et en un matelas de chanvre intermédiaire ; après chaque opération, les conducteurs sont renvoyés au laboratoire pour être soumis à de nouvelles épreuves électriques.

Enfin, ces faisceaux de fils sont recouverts d'une armure qui diffère suivant l'usage auquel on les destine : les câbles souterrains sont formés extérieurement d'une enveloppe de plomb ou de fonte revêtue d'une épaisse couche de bitume, afin de résister aux coups de pioche.

Les câbles fluviaux et sous-marins sont recouverts d'un guipage de gros fils de fer réunis par torons de trois ou quatre fils.

Pour les câbles affectés à la télégraphie aérienne, à la téléphonie et à l'éclairage électrique, l'enveloppe isolante des fils n'est plus en gutta-percha, mais en caoutchouc ; lorsque le courant doit passer avec une grande puissance, ce qui a lieu pour la production de la lumière, ce ne sont plus trois, ni cinq ou sept fils, qui constituent l'âme des câbles, c'est un faisceau d'une soixantaine de fils, et l'enveloppe isolante est formée de toiles caoutchoutées.

Le laboratoire des essais où sont vérifiés les conducteurs, est un modèle d'aménagement et d'installation : il possède une pile de 300 éléments Callaud, plusieurs galvanomètres à miroirs du système W. Thomson, des condensateurs et des caisses de résistance de la plus grande précision. Plus d'une Faculté de province serait heureuse et fière de posséder un semblable laboratoire.

Enfin, le matériel de l'usine, d'une perfection et d'une puissance remarquables, compte 6 machines à vapeur, d'une force totale de 1 000 chevaux. Plus de 500 ouvriers des deux sexes sont employés dans la manufacture, qui traite par an 200 000 000 de kilogr. de caoutchouc brut et autant de gutta-percha. On peut aussi fabriquer des milliers de kilomètres de câbles divers.

En résumé, MM. Menier, grâce aux perfectionnements apportés dans la fabrication et à l'excellence de leurs produits, ont su contribuer à étendre l'usage du caoutchouc et de la gutta-percha, et ramener la confiance vers des produits que l'on commençait à délaisser, à cause de la fabrication peu consciencieuse dans laquelle certains industriels n'avaient pas craint de se lancer dès le début. En s'attachant à ne fabriquer que des produits de première qualité, ils rendent de grands services à cette nouvelle industrie, toute française, qui prend de jour en jour des proportions plus considérables, par suite de l'application du caoutchouc et de la gutta-percha à toutes les découvertes nouvelles.

MAX DE NANSOUTY.

LA MAISON KENNEDY

Kennedy's patent Water Meter Co.

L'une des plus importantes maisons de construction pour les appareils de distribution d'eau est la Compagnie des Compteurs à eau, système Kennedy (Kennedy's patent water meter Co.), à Kilmarnock (Ecosse), qui a donné naissance à la C^{ie} Glenfield (the Glenfield Cy Limited), laquelle s'est spécialisée dans la fabrication de tous les appareils de distribution d'eau. Ces deux sociétés, qui se complètent l'une par l'autre, sont placées sous la direction de l'Ingénieur T. Kennedy, neveu de l'inventeur du système des compteurs d'eau à un piston qui porte son nom.

Il y a environ 35 ans que la Compagnie Kennedy entreprit la construction du compteur d'eau, dont l'usage en Angleterre, en France et en Belgique s'est rapidement généralisé. L'Italie, la Russie, l'Espagne et plusieurs autres pays utilisent cet appareil depuis de nombreuses années. Plusieurs applications aux chaudières en ont été faites avec succès.

Le compteur d'eau Kennedy se compose d'un cylindre vertical avec son piston, et d'un mécanisme de distribution et d'enregistrement. Comme il a déjà été décrit précédemment en détail dans le *Génie Civil* ⁽¹⁾, nous ne reviendrons pas ici sur sa description.

Il n'est pas sans intérêt de relater les progrès réalisés par cette

porte les matières les plus essentielles à la fabrication, donna aux administrateurs de cette Compagnie l'idée d'étendre leur production, et d'embrasser dans son entier le service de la distribution des eaux.

La Compagnie Glenfield fut ainsi créée; et, de même que sa devancière, elle fut placée sous la direction de M. T. Kennedy.

Située sur les bords de la rivière Irvine, qui fournit en abondance l'eau nécessaire à tous les essais, dotée d'un matériel considérable, choisi dans ce qu'il y a de plus perfectionné aujourd'hui, largement installée et pourvue de capitaux importants, cette Société a pris rapidement un essor considérable, et elle occupe aujourd'hui environ 800 ouvriers pour la fabrication des fontaines, bouches d'arrosage et d'incendie, clapets de retenue, bondes de fond, robinetterie, robinets-vannes variant de 0^m040 à 1^m20 de diamètre, etc.

A cette fabrication courante, la Compagnie Glenfield a ajouté celle des machines élévatoires, colonnes de prise d'eau, pompes de divers systèmes et en général de tous les appareils hydrauliques et sanitaires, ainsi que les appareils de curage par la pression de l'eau, dont de nombreuses applications ont été faites en Angleterre et, pour la première fois en France, au service des Eaux de Roubaix et Tourcoing. Les résultats obtenus avec ces derniers appareils ont été satisfaisants, et des conduites en grande partie obstruées, ont redonné un écoulement normal après le passage de l'appareil.

L'appareil de curage (fig. 2 et 3), est mû par la pression de l'eau. Il

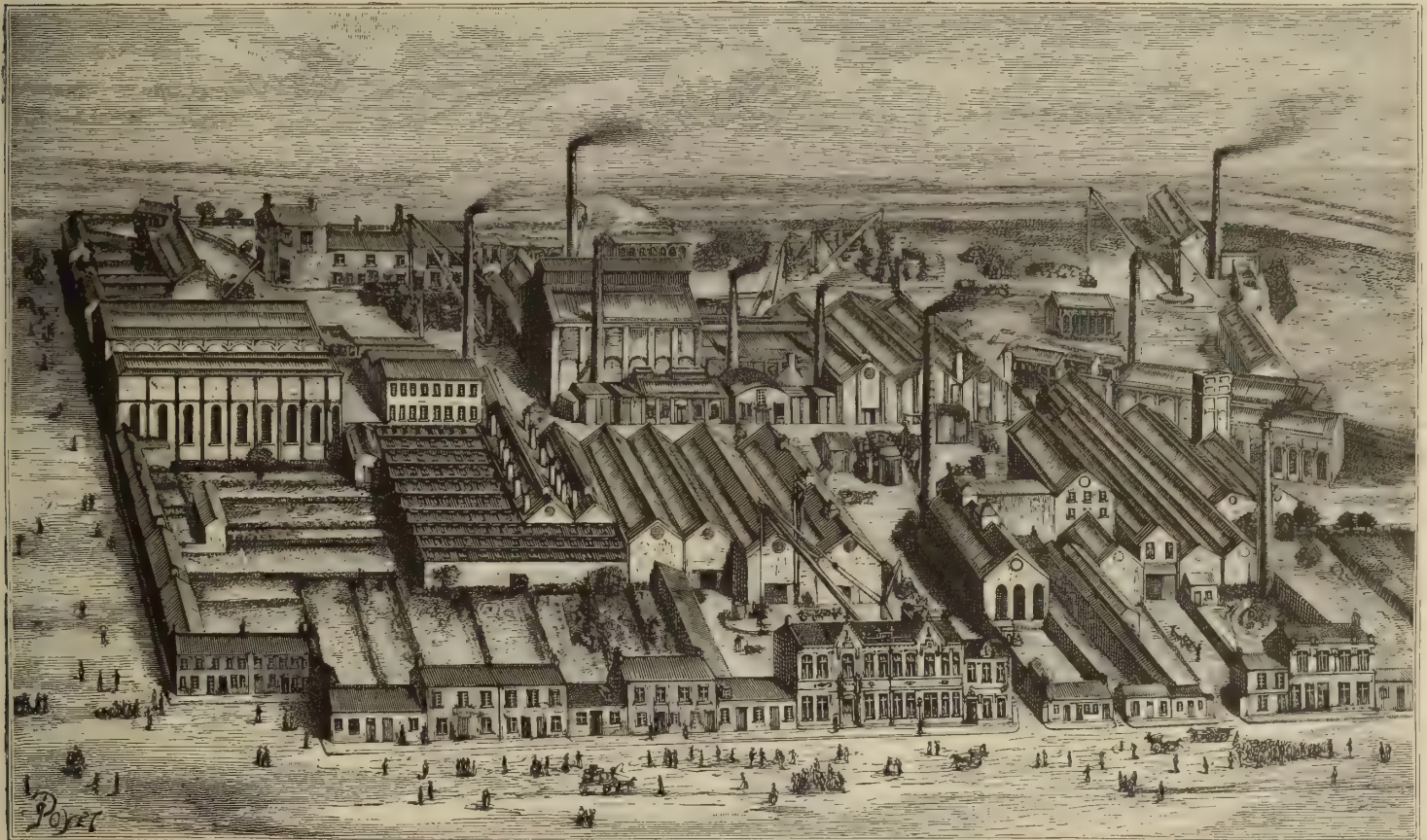


FIG. 1. — Vue des usines Kennedy et Glenfield, à Kilmarnock (Écosse).

compagnie, qui a fourni plusieurs de ses appareils à l'Exposition de 1889.

Son outillage, très perfectionné, a permis à sa fabrication de prendre un vigoureux essor, et elle compte aujourd'hui plus de 70 000 compteurs de toutes tailles sortis de ses ateliers.

On pourra se faire une idée de l'importance de cette production en relatant ce fait, que la compagnie, pour être certaine de la qualité de ses produits, fabrique elle-même le caoutchouc qui lui est nécessaire; l'achat de cette matière première seule s'élève à 44 000 francs par an.

Toutes les pièces du compteur Kennedy sont faites sur gabarit, de sorte qu'elles sont interchangeables et que tout remplacement de pièce peut se faire simplement et sans ajustage par un ouvrier quelconque.

Le compteur Kennedy a été adopté par la Ville de Paris en 1880 et plusieurs villes importantes lui ont donné l'exclusivité; notamment Bruxelles, Montpellier, Roubaix, Tourcoing, le Mans, Aurillac, Melun, Rennes etc., etc.

Plusieurs compteurs Kennedy fonctionnent, ainsi que nous l'avons dit, à l'Exposition universelle, dont un au pavillon de la Ville de Paris; deux autres de 130 millimètres d'orifices, reliés ensemble, assurent l'alimentation des appareils de MM. Weyher et Richemond, de Pantin, qui servent à l'éclairage électrique de l'Exposition universelle; deux de ces appareils fonctionnent également à l'exposition de la Compagnie de Fives-Lille.

Un compteur de 200 millimètres d'orifices assure l'alimentation en eau de la ville de Corbeil, où il fonctionne depuis nombre d'années.

La situation prospère de la Compagnie Kennedy, dont les usines, placées dans une contrée riche en houille et en fer, trouvent à leur

est placé dans la conduite au moyen d'un tuyau d'introduction à couvercle. A l'une des extrémités de ce tuyau est fixé un rac-

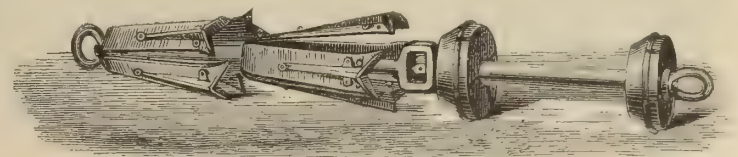


FIG. 2. — Appareil de curage.

cord à bride et emboîtement, et à l'autre un raccord à bride et cordon; il remplace dans ce cas une longueur de tuyau ordinaire.

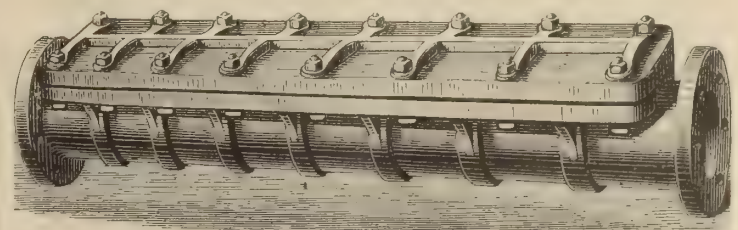


FIG. 3. — Appareil de curage.

Après avoir enlevé le couvercle du tuyau, on introduit dans l'intérieur l'appareil cureur articulé, en le plaçant, les couteaux en avant, dans la direction de la poussée de l'eau, laquelle agit sur les pistons qui en forment la partie postérieure.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome III, no 44, p. 244.

Le bruit de l'appareil passant dans le tuyau est perçu par l'oreille au moyen d'un stéthoscope.

Voici, à titre documentaire, un extrait du rapport rédigé, en 1882, par le Comité des Eaux d'Exeter (Angleterre), au sujet de cet appareil de curage :

« L'avantage résultant de l'entreprise de curage de la Compagnie Glenfield est considérable, non seulement par l'augmentation du débit de l'eau distribuée dans la ville, mais encore par l'enlèvement des matières impures retenues aux parois des tuyaux.

» Le Comité propose de faire curer la conduite tous les ans. »

M. A. Binet, Ingénieur des Arts et manufactures, Directeur du Service des Eaux de Roubaix et de Tourcoing, écrivait, de son côté, ce qui suit :

« Je certifie avoir employé avec plein succès, en 1888, l'appareil Glenfield, au curage d'une conduite ascensionnelle de 600 millimètres, sur une longueur de 7 500 mètres.

» La conduite envasée et incrustée, sur une épaisseur de 0^m 04, a été nettoyée à vif et remise en l'état d'une conduite neuve, sans dislocation des joints et sans autres frais que la main-d'œuvre d'une dizaine d'hommes pendant trois jours.

» L'appareil se gouvernait avec la plus grande facilité. Une charge d'eau de 3 mètres suffisait pour le mettre en mouvement ; elle lui

Voici la description succincte des ateliers de cette Compagnie :

Les bureaux, situés au rez-de-chaussée, et occupant un personnel nombreux, sont installés dans une grande salle bien aérée, attenante au bureau du secrétaire de la Compagnie, dont ils sont séparés par une cloison vitrée.

Du bureau du secrétaire, on a accès, par une porte en fer, dans une chambre incombustible, où sont classées les correspondances.

Au premier étage se trouve le bureau des dessins, pièce également incombustible, où sont classées les archives.

Au-dessus, est une autre pièce, éclairée à l'électricité, ce qui permet la reproduction des dessins même par les temps les plus sombres.

Des bureaux, on entre dans l'atelier de modelage, vaste pièce de 51 mètres de long sur 12 de large, où se trouve une série complète de toutes les machines à travailler le bois ; ces machines sont mues par un moteur horizontal qui actionne également deux machines dynamos pour la production de la lumière électrique des six lampes placées dans la cour.

Un peu plus loin, nous trouvons le magasin des modèles, grande construction de 4 étages de 38 mètres de long sur 13 de large, élevée seulement depuis quelques années et actuellement remplie de modèles de tous genres, classés et numérotés pour permettre de retrouver immédiatement les modèles dont on a besoin.

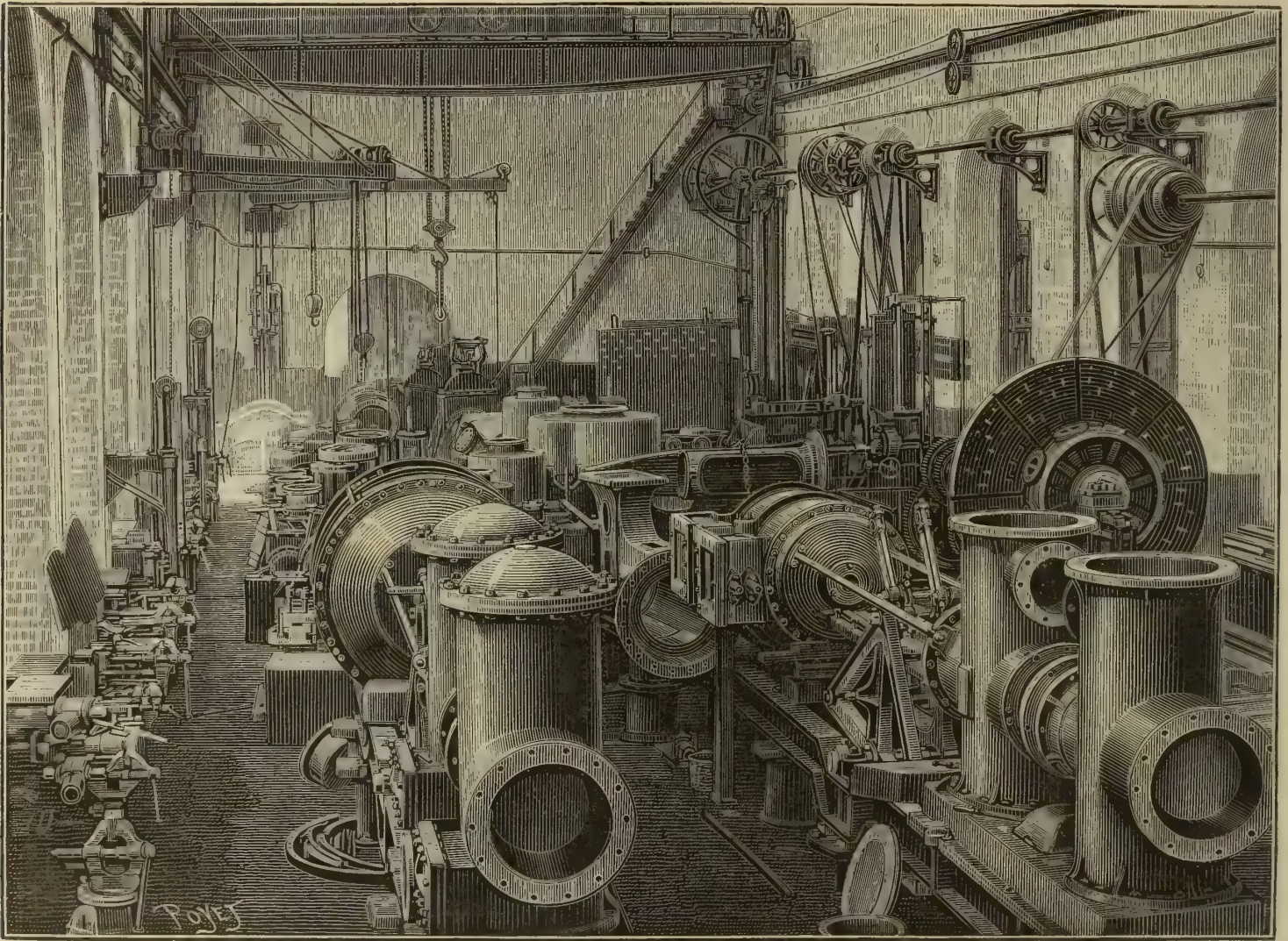


FIG. 4. — Vue d'un atelier de montage.

était donnée par un robinet nourrice de 0^m 06 plus ou moins ouvert, qui amenait derrière le piston du cureur l'eau prise à la conduite jumelle. Un fil de cuivre attaché en queue du piston du cureur, sortait de la conduite par un calfat *ad hoc*, installé près du robinet nourrice, et était enroulé sur un treuil ; le déroulement du fil, amené par la marche en avant du treuil, était enregistré par un compte-mètres placé sur l'axe du treuil. On connaissait ainsi, par l'inspection du compte-mètres, la position exacte de l'appareil en mouvement, les conditions de sa marche, ses bonds dans les parties hautes et d'alignement droit, ses ralentissements et ses arrêts dans les courbes et les points bas plus obstrués ; on était témoin et maître de son fonctionnement, et pour accélérer ou retarder sa marche, il suffisait de manœuvrer de quelques tours le robinet-vanne nourrice.

» Les boues vaseuses et calcaires, refoulées par le cureur, étaient diluées par l'eau d'amont que laissait passer la garniture non étanche du piston ; elles étaient évacuées par les décharges d'aval ouvertes en grand. Je ne puis trop recommander pour les conduites de 0^m 500 et 0^m 600, l'emploi de l'appareil Glenfield. »

D'importants travaux ont été entrepris par la Compagnie Glenfield, qui établit en ce moment le Service des Eaux de Braila, et les travaux et fournitures nécessaires pour la décantation et l'utilisation des eaux d'égout de Londres (égout du North London).

A la suite se trouvent les fonderies ; la première, pour les grosses pièces, comprend deux bâtiments, un de 27 mètres sur 17 et l'autre de 27 mètres sur 15.

La seconde, pour les petites pièces, mesure 40 mètres sur 25.

L'adoption du moulage à la machine permet de faire aussi bien qu'à la main, et beaucoup plus vite ; les fours pour séchage des noyaux sont chauffés au gaz, procédé beaucoup plus prompt et moins coûteux que l'emploi de charbon.

La fonderie de cuivre mesure 39 mètres sur 12 ; bien aérée, haute de toiture, elle contient 16 fourneaux et fond environ 125 000 kilogrammes de pièces en bronze par mois.

Les ateliers proprement dits viennent ensuite ; ils sont composés d'une série de bâtiments, dont le premier de 57 mètres sur 27^m 50 est couvert par un toit de trois arches, supporté par des colonnes de fonte, sous lequel fonctionnent librement deux grues roulantes.

Les tours et autres machines sont placés au milieu de la pièce et comprennent 24 tours, une machine à raboter murale, pouvant raboter de 2^m 30 de hauteur et de 3 mètres de longueur, des machines à raboter ordinaires, à fraiser, à percer, etc.

Il y a également deux machines pour essayer les robinets-vannes, et près de là, dans la cour, un manomètre à mercure à colonne pour essayer l'exactitude des autres systèmes de robinets.

Les générateurs sont du type Lancashire et Américain.

Le second atelier a 44 mètres sur 10; il y existe 6 machines à raboter, 5 machines à percer, 4 tours et une grue roulante; nous passons dans le troisième, qui mesure 52 mètres sur 13; ici encore une grue roulante traverse l'atelier dans sa longueur et s'utilise au moyen de cordes pouvant supporter un poids de 20 000 kilogrammes; trois grues hydrauliques murales pour poids plus légers y figurent également.

Nous notons, en passant, une machine à raboter, une machine à percer horizontale et deux grands tours.

Tous ces appareils sont des types les plus perfectionnés.

Le quatrième atelier est employé à la fabrication des robinets-vannes de grandes dimensions, ce qui est une des spécialités de la maison; il y a deux ans, elle a fourni à Liverpool des robinets-vannes à haute pression, mesurant 1^m 050 de diamètre, et pesant chacun près de 11 000 kilogrammes.

La spécialité même de construction de ces importantes usines a permis à la direction de se passer des secours d'un poste de pompiers; un jeu complet de bouches et d'appareils d'incendie, raccordé sur les conduites de la Compagnie des eaux, et toujours sous une pression de 50 mètres, jeu comprenant 16 bouches d'incendie, avec tuyaux, lances, etc., assure les secours immédiats en cas de sinistre.

Ainsi que l'on pourra s'en rendre compte par les renseignements qui précèdent, les Compagnies Kennedy et Glenfield disposent de moyens d'action considérables. Ce succès est en très grande partie dû à l'homme éminent qui en a pris la direction, et qui a su la mener à bien.

F. B.

L'EXPOSITION DES CHEMINS DE FER

Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62.

(Suite 1.)

M. Chevalier, constructeur de matériel à Paris, a exposé une voiture mixte pour les chemins de fer à voie de 1 mètre du Cambrésis; cette voiture comprend un compartiment de chaque classe; la 1^{re} classe, garnie de drap gris galonné, avec des rideaux de mérinos, des stores et un tapis; la 2^e classe garnie de drap vert avec des rideaux et des stores; la 3^e classe, sièges cintrés et à dossiers inclinés, avec des baies vitrées à châssis fixe, de chaque côté de la portière. La membrure de la caisse est en bois de teack recouvert de tôle, la toiture est en zinc. Le châssis métallique est muni de l'attelage Chevalier et Rey, du frein à vide agissant par quatre sabots sur l'un des essieux d'acier. Longueur totale hors tampons, 5^m 900; écartement des essieux, 2^m 200; largeur intérieure de la caisse, 2^m 260; poids de la voiture, 4150 kilogr., soit pour 38 voyageurs, 147 kilogr. de poids mort.

L'attelage Chevalier et Rey diffère des attelages ordinaires par l'adjonction d'un balancier qui s'appuie en son milieu, sur la chape du ressort de traction, et qui supporte, à ses extrémités, l'effort résultant de la tension initiale du ressort de choc. Les chapes des deux ressorts laissent entre elles un passage pour le balancier et s'articulent, au moyen d'un axe commun, sur l'extrémité de la tige de traction; enfin les tiges des tampons viennent buter sur le ressort de choc, par l'intermédiaire de sellettes, de sorte que quand le crochet de traction sort du châssis d'une longueur déterminée, la saillie des tampons augmente de la même longueur, et ils restent en contact permanent quel que soit l'effort moteur; au passage dans les courbes, les tampons extérieurs sortent de leur boisseau, d'une quantité égale à celle dont sont refoulés les tampons intérieurs, et le train acquiert la flexibilité nécessaire.

La Société internationale des wagons-lits a exposé le modèle d'un de ses nouveaux trains de luxe, se composant d'une voiture-salon, d'une voiture-restaurant et d'un fourgon.

La Société industrielle suisse de Neuhausen a exposé une voiture pour le service du chemin de fer du Brünig, et le véhicule appliqué sur le chemin à crémaillère du Pilate.

La voiture du Brünig est à quatre compartiments de six places avec sièges en jonc et à galerie latérale ouverte; les portes sont à coulisse et suspendues pour rester ouvertes ou fermées même sur les fortes rampes; elle est montée sur trois essieux: celui du milieu est muni de la roue dentée qui engrène avec la crémaillère, et est logé dans un châssis spécial qui permet un jeu latéral de l'essieu à l'aide de pièces articulées placées sur les longerons. Le frein est à vapeur, du système Klossé; il agit par quatre sabots sur la roue dentée et par huit sabots sur les quatre roues des deux autres essieux. Le système d'attelage et de traction est central et supporte un poids de 54 tonnes. Longueur hors tampons 9^m 780; écartement des essieux extrêmes 6 mètres; largeur de la caisse 2^m 700, hauteur 3^m 100; poids total 7750 kilogr. soit 323 kilogr. par place offerte.

La voiture du Pilate est construite en bois de pin, les panneaux en peuplier; elle ne pèse que 1050 kilogr. pour 32 places assises, soit environ 33 kilogr. de poids mort par voyageur.

Nous avons encore à signaler quelques modèles d'améliorations proposées pour la construction des voitures à voyageurs:

1^o Le système de fermeture automatique Weill et Garnier est composé d'une gâche à plusieurs crans, dans lesquels le pêne peut successivement s'engager: si, par suite d'une circonstance quelconque, le pêne s'est dégagé du premier cran, au lieu que la portière s'ouvre, il entre immédiatement dans le second et arrête la portière;

2^o Le système de suspension de M. Féraud, avec application en dedans des menottes des ressorts à lames, a été décrit dans la séance du 15 juin 1888 de la Société des Ingénieurs civils: il est appliqué sur le réseau de l'Ouest et sur le Grand Central belge, et est étudié de manière à mieux utiliser la flexibilité des ressorts, à permettre d'écarter davantage les essieux pour augmenter la stabilité de la voiture;

3^o Le modèle de train de voyageurs à couloir proposé par M. Haurez est composé de voitures de 32 places en quatre compartiments, portés par deux essieux dont chacun fait partie d'un bogie commun à deux voitures; le couloir est au milieu, les plates-formes des extrémités sont supprimées et les véhicules reliés par des soufflets.

Chauffage des trains. — Thermosiphon. — L'appareil de chauffage des voitures par une circulation d'eau chaude, dit thermosiphon, à poêles indépendants par voiture, est employé par les Compagnies de l'Est, de P.-L.-M. et d'Orléans. Pour éviter de donner au poêle qui chauffe les grandes voitures de 1^{re} classe de trop grandes dimensions, on place dans chaque voiture, deux ou quatre poêles. L'eau chaude circule dans des chaufferettes en tôle galvanisée placées dans chaque compartiment: un mécanisme de réglage, placé auprès de chaque chaufferette, permet d'arrêter à volonté la circulation de l'eau, pour régler la température. Dans les voitures à couloir de la Compagnie d'Orléans, le couloir est chauffé par les tuyaux des poêles autour desquels on a ménagé une circulation d'air; de plus, une double enveloppe remplie de laine de scorie protège la charpente contre les inconvénients qui pourraient résulter d'un trop fort chauffage. Les avantages des thermosiphons, surtout sensibles dans les voitures à compartiments séparés, résident principalement dans la suppression de l'obligation d'ouvrir les portières pour remplacer les chaufferettes, et dans la faculté qu'on a, en surveillant la marche du poêle, d'obtenir une température constante des chaufferettes.

Thermosiphon Gallet. — Les appareils de chauffage installés dans les voitures à bogies exposées sont du système à thermosiphon, construit et breveté par M. Gallet. Il consiste en chaudières tubulaires que l'on boulonne transversalement sous le châssis de la voiture, aux extrémités, la porte latérale de chargement de la grille à combustible, est munie d'un ressort qui la maintient levée ou abaissée, ainsi que d'une fermeture de sûreté se composant d'un ressort à bec et d'une came réglant la position de ce bec; au-dessous de la grille et sur un arbre en fer creux, sont montés des cônes de réglage qui permettent d'obturer plus ou moins complètement les orifices d'entrée de l'air; on manœuvre cet arbre à l'aide d'une poignée munie d'un ressort à pointeau qui, en s'engageant dans les trous d'un secteur, permet de fixer la position des cônes et de régler l'entrée de l'air. Les tubes de la chaudière, situés de part et d'autre du foyer, mettent en communication la bache inférieure, dans laquelle débouche le tuyau de retour de l'eau refroidie, avec la bache supérieure, d'où part le tuyau d'eau chaude qui s'étend longitudinalement sous la voiture et communique avec chacune des bouillottes tubulaires fixées dans les compartiments; le raccord se fait au moyen de joints avec bagues en caoutchouc, permettant le glissement des tuyaux, produit par la dilatation et par la suspension de la caisse; sur le tuyau de départ est un vase d'expansion, qui sert également à l'évacuation et à la purge des gaz et des vapeurs, à la sortie de la chaudière; sur le tuyau de retour est un vase de remplissage et de réserve d'eau. Chaque bouillotte contient quinze tubes de 10 millimètres de diamètre intérieur et de 1^m 5 d'épaisseur, communiquant, à une extrémité, avec la conduite de départ, et à l'autre extrémité, avec la conduite de retour; on pose les bouillottes sur le plancher du compartiment, où l'on perce deux trous pour le passage des tuyaux; l'épaisseur de ces chaufferettes étant seulement de 25 millimètres, il suffit de les entourer de tapis-brosses ou de baguettes en bois, pour éviter toute saillie gênante; le montage ou le démontage, aux changements de saison, peut donc se faire rapidement et à peu de frais, sans immobiliser les voitures en les faisant rentrer à l'atelier. La manutention (réglage et entretien des feux) se fait en dehors de la voiture, avant le départ ou après l'arrivée des trains. L'approvisionnement de charbon de tourbe de chaque grille peut durer dix-huit heures consécutives, au bout desquelles on les retire pour les ringarder et faire tomber les cendres, et pour les charger à nouveau, sans qu'il soit nécessaire de rallumer les feux; c'est un travail d'une durée de 10 minutes, qu'on peut faire en retirant la grille par l'une des deux portes opposées, et en l'emportant dans la chaufferetterie, à distance du train; ces portes ne pouvant s'ouvrir qu'à l'aide d'une clef de voiture, les charbons incandescents ne peuvent s'échapper de la grille; quant aux produits de la combustion, ils se dégagent à l'air libre au-dessous de la voiture entre les tampons, à une température qui ne dépasse pas 75 degrés. Les essais de ce thermosiphon ont porté sur une voiture de 1^{re} classe, pendant une durée de cinq mois, entre Paris et La Rochelle, sans extinction; au bout de ce temps, l'appareil a été trouvé en excellent état et capable d'être remis en service sans réparations.

Chaufferettes en acétate (système Ancelin). — L'eau chaude est remplacée par de l'acétate de soude cristallisé, exempt de matières goudronneuses et contenant quatre équivalents d'eau; pour descendre de 80 à 40 degrés, en se solidifiant, l'acétate emploie environ neuf heures, tandis que la chaufferette à eau ne met que deux heures et demie; le renouvellement des chaufferettes dans les compartiments est donc beaucoup moins fréquent. Le remplissage n'a lieu qu'une fois par an, et les chaufferettes sont ensuite hermétiquement fermées au moyen de bouchons soudés. Le réchauffage se fait par l'immersion des chaufferettes dans des cuves remplies d'eau entretenue bouillante au moyen d'un courant de vapeur: on place, à cet effet, 18 chaufferettes dans les cases d'une sorte de panier à claire voie en acier, qu'on

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 20, p. 459; n° 21, p. 495; n° 22, p. 534; n° 24, p. 579; n° 25, p. 615; n° 26, p. 637.

descend au moyen d'une grue; l'immersion dure une heure et demie, puis on remonte le panier et on le pose par ses deux tourillons sur un cabrouet, de manière qu'en arrivant devant les compartiments, on fait basculer le panier pour ramener les chaufferettes à la position horizontale. Ce système permet de faire le chauffage des trains qui ont de longs trajets, sans renouveler les chaufferettes; sur la banlieue, les voitures font aussi plusieurs trajets sans réchauffage. L'effectif des chaufferettes à acétate du réseau de l'Ouest est de 2 100.

Toutefois cette compagnie n'a pas exclusivement recours au système Ancelin : elle expose aussi une chaufferette fixe à eau et à foyers se chargeant de l'extérieur, à chaque bout. Les produits de la combustion se rendent du foyer dans une des branches d'un carneau horizontal en forme d'U, et reviennent, par l'autre branche, débouchant à l'air libre, sous la voiture, par un tube muni d'un registre à trous qui permet de régler le tirage. Le foyer est constitué par une cage en tôle perforée, qui peut se manœuvrer de l'extérieur de la voiture et sur laquelle on place en ignition un charbon à combustion lente. Une voie d'expansion permet la dilatation du liquide et sert d'appareil de sûreté. La température d'une de ces chaufferettes peut être entretenue à 50 degrés pendant 8 à 9 heures, sans addition de combustible. Le liquide employé est un mélange de glycérine et d'eau, ne se congelant qu'à — 17 degrés.

La compagnie a aussi essayé un thermosiphon permettant de chauffer deux compartiments pendant cinq heures, sans recharger le foyer avec des briquettes de charbon de bois. Le tube contenant le mélange d'eau et de glycérine est enroulé en serpentins autour du foyer et à faible distance : les chaufferettes sont munies de cloisons qui chicanent la circulation d'eau chaude, de manière à égaliser la température sur toute la surface des chaufferettes qui sont très plates.

Chaufferette mixte à eau et à briquettes (type Nord). — Cet appareil, dont la forme et les dimensions diffèrent peu des bouillottes ordinaires, se compose d'une enveloppe en tôle contenant un réservoir interne, s'étendant sur toute la surface supérieure, au-dessous duquel est une grille-cendrier pouvant recevoir deux briquettes; l'air nécessaire à la combustion pénètre par deux ouvertures débouchant sur le plancher de la voiture dans une gaine en fonte, à diaphragme, terminée à ses extrémités par des entonnoirs diamétralement orientés, afin que l'air s'y engouffre, quel que soit le sens de la marche du train. Le combustible employé est un charbon aggloméré recuit à une haute température, en vases clos et soumis à un traitement chimique qui annule le dégagement des gaz délétères; d'ailleurs la chaufferette est hermétiquement close, de sorte qu'il n'y a ni odeur, ni danger d'asphyxie dans les compartiments. En raison de la faible pression de la vapeur produite par l'eau échauffée que contient le réservoir, on n'a pas jugé nécessaire d'y ménager un vase d'expansion. Cette chaufferette, en usage sur les lignes secondaires, où les gares intermédiaires ne comportent pas l'installation coûteuse de chaufferettes, ni le personnel nécessaire au renouvellement des bouillottes, permet d'assurer le chauffage, avec une température constante, pendant une durée de 7 à 9 heures, sans qu'il soit nécessaire de recharger le combustible.

Chauffage continu (système Belleruche). — Ces appareils de chauffage, en service sur le réseau du Grand Central belge, consistent en chaufferettes fixes encastrées au niveau du plancher, dans lesquelles circule un courant d'eau chaude partant de la locomotive ou d'un wagon-réservoir, et revenant au point de départ, après avoir parcouru toute la longueur du train. Les avantages de ce système, qui a été décrit en détail dans la *Revue universelle des Mines* (n° de janvier 1884), résident surtout dans la possibilité de contrôler et de régler à volonté le chauffage, qui est constant et uniforme; mais il nécessite soit un emprunt de calorique à la locomotive, soit l'addition d'un poids mort dans le fourgon, et surtout un accouplement de plus entre tous les véhicules d'un train.

Éclairage des voitures. — Lampe à bec rond (modèle du Nord). — La lampe à l'huile en service dans toutes les voitures de 1^{re} classe de la Compagnie du Nord, réalise un éclairage perfectionné, tant au point de vue de l'intensité lumineuse du bec, qui est de 0 carcel 75, que par la position du foyer, dont la lumière directe éclaire toutes les parties d'un compartiment, et par la courbure du réflecteur, qui a la forme d'un storé engendré par la rotation d'un arc d'ellipse, de manière à renvoyer la lumière sur les espaces obscurcis par l'ombre portée des tubes amenant l'huile au bec. Pour maintenir constant le niveau de l'huile, le récipient est formé d'un anneau cylindrique placé au-dessus du bec, et l'huile arrive au bec goutte à goutte au moyen d'un régulateur à soupape; le bec est muni d'une couronne sur laquelle se fixe la cheminée en verre, indispensable avec le type de bec rond. La lanterne a été étudiée de manière à supprimer la mobilité de la flamme, quand on ouvre ou qu'on ferme les portières, ainsi que pendant la marche du train. A cet effet, on a ménagé dans le chapiteau des gaines d'entrée d'air, et la calotte du chapiteau est formée d'une double chemise qui chicane l'évacuation des gaz de la combustion et régularise le tirage. Les réflecteurs sont en tôle d'acier doux et nickelé, ce métal présentant, par rapport au cuivre rouge plaqué d'argent, l'avantage d'une durée plus grande, d'un prix de revient moins élevé, et d'un pouvoir réfléchissant supérieur, au bout d'un certain temps d'usage, parce que le plaqué d'argent perd une plus grande fraction de son pouvoir réfléchissant au bout d'une année de service.

Lampes Shallis et Thomas. — L'éclairage minéral, en usage sur le réseau d'Orléans et sur quelques autres lignes, est étudié de manière à donner une lumière vive et sans ombre portée : la flamme est horizontale et placée au-dessus du niveau de l'huile, qui arrive à la mèche par capillarité; la combustion se fait au centre d'une chambre conique en acier émaillé, séparée du réservoir d'huile par une enveloppe et un

feutrage; l'air nécessaire à la combustion est pris à l'extérieur de la voiture, la mèche est coupée et réglée à chaque voyage; l'évacuation des gaz de la combustion se fait par une cheminée en métal. Pour éviter l'échauffement du réservoir d'huile, on fait circuler autour de lui de l'air pris dans le compartiment; une double enveloppe percée de deux trous à la partie supérieure est établie autour de la lampe, et des conduits verticaux débouchent du réservoir dans cette enveloppe, pour assurer l'évacuation rapide du liquide, dans le cas où la lanterne serait renversée dans un accident. Le remplissage, l'allumage et le réglage des lampes se font à la lampisterie, pour une durée de 12 à 15 heures; le pouvoir éclairant atteint 1 carcel; malheureusement la position du bec et la forme du réflecteur ne permettent de donner qu'un cône de lumière qui n'éclaire pas tous les coins du compartiment.

Pour compléter l'éclairage des compartiments, la Compagnie d'Orléans y installe des ventilateurs Pignatelli modérables à volonté et empêchant surtout la pénétration de la poussière; une manche à vent placée sur la toiture de la voiture refoule l'air à l'intérieur du compartiment sous l'action de la vitesse du train, en le forçant à traverser des cloisons de fils métalliques qui le débarrassent des grains et des escarbilles, et à passer au contact d'un récipient d'eau, où il se rafraîchit et achève de se purifier; un registre permet de régler l'admission d'air dans le compartiment, parallèlement au plafond. Chaque appareil comporte deux manches orientées en sens inverse et deux récipients d'eau.

Éclairage au gaz d'huile. — La compagnie de l'Ouest a appliqué ce mode d'éclairage à 240 voitures de 1^{re} classe faisant le service de la banlieue et de la Ceinture; chaque compartiment est éclairé au moyen d'une lampe placée au milieu du plafond; le réflecteur, qui est émaillé à cause du gaz, ce qui lui donne un pouvoir réfléchissant inférieur à celui des surfaces métalliques, a une forme circulaire. Il y a, sur chaque voiture, un réservoir à gaz timbré à 7 kilogr., d'une capacité suffisante pour assurer l'éclairage pendant 16 heures en grande flamme et ne nécessiter qu'une fois par jour le remplissage aux accumulateurs de Saint-Lazare et de Courcelles; des manomètres indiquent la durée d'éclairage disponible et décèlent les fuites; un robinet spécial permet de mettre les becs en veilleuse. Une seule usine, aux Batignolles, assure la fabrication du gaz par la distillation des schistes bitumineux; elle est reliée à la gare Saint-Lazare par une canalisation en plomb de 3 kilomètres de longueur, et par un branchement de 630 mètres à celle de Courcelles; cinq accumulateurs contiennent une réserve de 47 mètres cubes à la pression de 11 kilogr. Les conduites sont posées dans des caniveaux en planches goudronnées, remplis de sable fin, ou à la traversée des voies, dans des tuyaux en fonte.

La Compagnie de l'Ouest a aussi fait l'essai de lampes à gaz carburé, disposées pour enrichir, au bec, le gaz ordinaire, par des vapeurs de naphthaline; à chaque lampe est adapté un réservoir en laiton, contenant des fragments de naphthaline; une tubulure débouche de ce réservoir dans la cheminée de la lampe, de manière que la naphthaline se distille sous l'influence de la chaleur dégagée par les produits de la combustion; le gaz ordinaire, qui arrive par un tube distinct, se mêle à ces vapeurs, et le col de cygne qui conduit ce mélange au bec, est aussi placé dans la cheminée, pour empêcher la solidification de la naphthaline et les engorgements qui en résulteraient.

Les appareils d'éclairage appliqués à la voiture à couloir exposée par la Compagnie de l'Est, sont au nombre de six, une lampe par compartiment, une dans le couloir et une dans le water-closet. Les lanternes des compartiments et celle du couloir sont munies d'un brûleur intensif à flamme horizontale, du système Delmas, qui, par le réchauffement préalable de l'air destiné à la combustion, augmente de 40 % le pouvoir éclairant. La lanterne du water-closet est un brûleur ordinaire à flamme verticale; le nettoyage et l'entretien se font de l'intérieur, en ouvrant la coupe; l'allumage et l'extinction se font du toit du véhicule. Les lanternes des compartiments sont munies d'appareils de mise en veilleuse automatique par la manœuvre des stores, quand les deux demi-stores sont tous deux fermés; un robinet permet de mettre en veilleuse tous les becs pendant le jour. Le gaz est comprimé à 7 kilogr. dans trois réservoirs d'une capacité totale de 845, placés sous le châssis; avant d'arriver aux lanternes, il est détendu dans un régulateur.

Lampes à bec rond et sans verre. — Plusieurs systèmes ont été proposés pour éviter l'emploi des cheminées en verre dans les lampes à l'huile et à bec rond, sans sacrifier la fixité et la constance de l'éclairage.

Le système Lefaurie et Potel, essayé sur le réseau de l'Ouest, se compose d'une lampe à niveau constant plongeant dans une coupe profonde de 10 centimètres. Le courant d'air extérieur à la mèche est produit par une prise d'air dans la coupe et par l'appel d'une cheminée métallique qui prend naissance au réflecteur, avec un diamètre égal à celui du bec, et qui va ensuite en s'évasant; le courant d'air intérieur à la mèche est produit par l'appel de la même cheminée au moyen d'une prise d'air dans la lanterne et d'un tube qui, suivant celui d'arrivée de l'huile à la mèche, débouche au-dessous d'elle. La lanterne est construite de manière à chicane l'évacuation des produits de la combustion. La consommation est de 25 à 30 grammes d'huile de colza à l'heure, et la durée de l'éclairage est d'environ 16 heures. 108 voitures de 1^{re} classe sont déjà munies de ce système.

Intercommunication. — Il n'y a guère que deux systèmes principaux d'intercommunication, établis, suivant les prescriptions ministérielles en France, pour donner aux voyageurs la faculté d'appeler le chef de train ou même de faire arrêter le train en cas de danger : ce sont l'intercommunication électrique et l'intercommunication pneumatique.

Intercommunication électrique. — Le type d'appareils exposé par la Compagnie du Nord et appliqué par la Compagnie P.-L.-M. est le système Prudhomme, que cette Compagnie emploie depuis vingt-cinq ans, avec quelques perfectionnements apportés par M. Eug. Sartiaux, chef du Service télégraphique. On sait que le système Prudhomme consiste dans l'installation de deux fils électriques isolés, d'un bout à l'autre du train, et aboutissant, dans chaque fourgon, à une pile Leclanché de 6 éléments et à une sonnerie trembleuse, qui se met à tinter d'une manière continue, dès qu'on réunit ensemble les deux fils, sur la longueur du train; or, ce cas se produit, soit automatiquement, dès qu'il y a une rupture d'attelage, soit lorsqu'un voyageur tire la chaînette qui existe dans chaque compartiment pour l'appel de secours, soit, enfin, lorsque l'un des conducteurs manœuvre le commutateur rouge placé dans son fourgon. Pour donner aux agents de l'entretien du Matériel et du Service télégraphique le moyen de vérifier l'état des communications, on met à leur disposition, soit une boîte à sonnerie pour vérifier l'état d'isolement des fils, soit une poignée de résistance pour vérifier les boîtes à sonnerie; la boussole de vérification des fils est munie d'une aiguille calée au repos; lorsqu'on la décale, on fait jouer un commutateur qui intercale l'appareil dans le circuit de la pile; quant à la poignée de résistance, elle se compose de deux pièces métalliques, reliées par un fil isolé qui a la même résistance qu'un train entier; il suffit donc d'introduire les deux pièces dans les crochets de suspension de la boîte de sonnerie, pour faire tinter celle-ci, si elle est en bon état.

L'appareil d'appel exposé par la Compagnie de l'Est ne diffère du précédent que par quelques détails peu importants: la forme du commutateur mis à la disposition des voyageurs et muni d'un enclenchement qui ne permet de le remettre au repos qu'à l'aide d'une clef spéciale; l'attelage des fils, d'une voiture à l'autre, au moyen de pièces en porcelaine, au lieu des crochets métalliques employés par la Compagnie du Nord.

La Compagnie d'Orléans emploie aussi le système Prudhomme, avec des boutons d'appel, mais avec des voyants qu'elle a placés sous la voiture, au lieu de les faire apparaître latéralement au compartiment dans lequel on a fait usage du signal. En outre, elle expose un bouton de tirage actionnant tous les systèmes en usage sur les réseaux français, de manière à l'appliquer dans les trains qui ne sont pas composés du même matériel. Pour utiliser le bouton dans le cas de l'intercommunication pneumatique, on a recours au mouvement que prend l'arbre portant les voyants, grâce à la détente d'un ressort à boudin placé sur cet arbre; en outre, sur la conduite du frein à air comprimé est placé un robinet, ordinairement fermé et plombé, et que l'on ne met en service que sur les réseaux où la manœuvre de l'intercommunication doit avoir pour effet d'obtenir le serrage des freins.

Intercommunication pneumatique. — Le principe du système employé depuis 1881 par la Compagnie de l'Ouest réside dans l'utilisation de l'air comprimé de la conduite du frein pour la transmission de l'appel et pour le fonctionnement du sifflet avertisseur placé sur la machine. En tirant sur une poignée, à l'intérieur des compartiments, on fait fonctionner le robinet d'un branchement de la conduite d'air comprimé, et vibrer, non seulement le sifflet avertisseur de la machine, mais celui de la voiture, pour indiquer de quel véhicule part l'appel; la dépression produite par cet échappement d'air serait insuffisante pour déterminer le serrage des freins; le sifflement se produit jusqu'à ce que le conducteur, averti par le mécanicien, ait été remettre en place, au moyen d'une tringle extérieure, le robinet de la voiture d'où part l'appel et dans l'un des compartiments de laquelle doit pendre la poignée d'appel. Pour éviter que le serrage des freins ne fasse fonctionner, chaque fois, le sifflet avertisseur, on a ajouté au robinet des rainures disposées de manière à mettre ce sifflet en dehors de la communication, entre la conduite et le réservoir principal.

Le système appliqué sur les chemins de fer de l'Etat est fondé sur le serrage des freins par la manœuvre des boîtes d'appel: la poignée, une fois tirée, ne pouvant être remise en place par le voyageur, indique par sa position le compartiment de la voiture déjà désignée par l'apparition d'un voyant à l'extérieur. De la conduite générale du frein se détache, sur chaque voiture, un branchement spécial aboutissant à une soupape de fuite, dont l'ouverture est obtenue par la chute d'un contrepoids qu'on déclenche chaque fois qu'on tire la poignée d'appel. Le mécanicien doit alors fermer son régulateur, mettre son robinet au serrage et forcer l'allure de la pompe à air, pour faciliter le desserrage.

Le système d'intercommunication pneumatique exposé par la Compagnie du Midi et appliqué à ses voitures de toutes classes, consiste en une valve d'arrêt disposée au-dessous d'une ouverture pratiquée sur un branchement de la conduite principale du frein: lorsqu'on déclenche le levier qui la maintient normalement fermée, elle cesse de s'appliquer sur son siège, laisse échapper de l'air et détermine ainsi le serrage immédiat des freins. En appuyant, dans chaque compartiment, sur un bouton de manœuvre, on fait mouvoir un parallélogramme articulé, qui déplace une tige sur la toiture de la caisse; un levier d'équerre transmet ce mouvement à une tige verticale placée latéralement à la paroi, et qui, d'une part, fait apparaître un voyant à l'angle de la voiture, et d'autre part, force la valve à laisser échapper de l'air en écartant le levier de déclenchement; celui-ci est muni d'une poignée, qu'il suffit d'abaisser pour ramener à leur position normale le voyant et le bouton, qui ne peut être remis en place par le voyageur lui-même; de sorte qu'on peut déterminer quel est le compartiment d'où est parti l'appel, dans la voiture dont les voyants sont apparents.

M. COSSMANN,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

PRODUITS DE L'EXPLOITATION

des mines et de la métallurgie. — Fonte, fer et acier.

(Groupe V. — Classe 41.)

Pour le fer et l'acier, comme pour tous les autres produits industriels, l'Exposition universelle de 1889 a pleinement réalisé les espérances de ses organisateurs. A part quelques exceptions, trop peu nombreuses pour être remarquées dans un aussi vaste ensemble, toutes les grandes Compagnies métallurgiques, tous les maîtres de forges ont tenu à figurer dignement au Champ de Mars, et quelques-uns d'entre eux se sont vraiment surpassés. Le visiteur, placé entre l'exposition de la *Société des Acieries de la Marine et des Chemins de fer* et celle de la *Société de Châtillon et Commentry*, ne pouvait manquer de concevoir une haute idée de la puissance et de la variété de production des usines françaises, et cette impression se fût encore accrue, si les produits sidérurgiques disséminés dans le Palais des Machines et dans quelques pavillons isolés, eussent pu être aperçus du même point.

Bien que les exposants aient pris le soin de garnir leurs étagères et leurs vitrines d'étiquettes donnant les indications nécessaires, un certain nombre d'entre eux se sont en outre présentés devant le jury avec des Notices destinées à faire connaître la consistance de leurs établissements et la nomenclature des produits exposés. Nous mentionnerons parmi ces notices celles des deux Sociétés que nous n'avons pu résister au plaisir de citer en première ligne. Nous ferons également usage des renseignements donnés sous la même forme par la *Société anonyme de Commentry-Fourchambault*, la *Société de Firminy*, la *Société des Acieries de Longwy*, la *Société des Forges et Acieries du Nord et de l'Est*, MM. Pinat et C^{ie}, à Alleverd, MM. Ferry Curicque, etc. Le *Génie Civil* ayant eu la primeur d'un certain nombre de ces intéressantes monographies, il nous sera permis de n'en retenir que les traits les plus saillants, en renvoyant les lecteurs aux articles déjà parus.

Tandis que les travaux mentionnés ci-dessus conservaient forcément un caractère analytique, les rapports présentés au Congrès international des mines et de la métallurgie ont constitué une véritable synthèse des connaissances actuelles de l'ingénieur métallurgiste. Les questions pendantes y ont été examinées sous toutes leurs faces, et nous avons été particulièrement heureux de voir nos collègues venus de l'autre côté de l'Atlantique prendre une part active à ces discussions. Comme nous le disions en commençant, rien n'a manqué pour donner à la célébration du Centenaire, non seulement l'éclat des fêtes et des grands spectacles, mais encore les satisfactions plus modestes mais aussi plus durables d'un énorme travail accompli. L'industrie du fer et de l'acier peut en revendiquer sa bonne part, car parmi tous ceux qui ont pensé, parlé et écrit au Champ de Mars, il en est bien peu qui n'aient été abrités par des constructions demandées à ses usines.

Pour mettre quelque ordre dans la description que nous allons entreprendre, il nous paraît utile de diviser la France en un certain nombre de régions, dont les limites se trouvent naturellement indiquées, non pas tant par les circonstances géographiques que par la nature des matières premières employées, ou bien encore par certaines conformités dans le mode de fabrication. C'est ainsi qu'en parlant du groupe du Nord-est, on voit immédiatement se dresser devant soi les grands hauts fourneaux de Meurthe-et-Moselle alimentés par les abondants minerais oolithiques exploités à leurs pieds, mais obligés de demander à la Belgique et à l'Allemagne le coke nécessaire à leur roulement. Le groupe du Nord montre une situation inverse. Nos bassins houillers d'Anzin et du Pas-de-Calais fournissent ici d'excellent combustible, mais c'est la mine de fer qu'il faut aller chercher jusque sur les côtes de l'Algérie ou de l'Espagne. Les groupes de la Loire et du Centre évoquent aujourd'hui la pensée d'établissements qui, moins bien traités que les précédents sous le rapport du minerai et aussi du charbon, ont à peu près complètement abandonné la fabrication de la fonte, mais ont su maintenir leur situation grâce à un superbe outillage, permettant des fabrications difficiles, et par suite lucratives, malgré la baisse des prix causée par la concurrence.

Ce sont ces différents faits que nous voudrions mettre en lumière, en nous excusant d'avance des omissions inévitables dans un travail où l'on cherche plutôt des vues d'ensemble qu'une reproduction du catalogue officiel ou des notices déjà publiées.

Groupe du Nord-Est. — Le groupe du Nord-Est comprend les établissements industriels réunis autour de Nancy et de Longwy, et s'étend par suite sur le département de Meurthe-et-Moselle et quelques parties du département de la Meuse. On disait autrefois de certaines contrées particulièrement fertiles qu'elles étaient le grenier de la France; on pourrait dire de la région qui nous occupe qu'elle est le parc à fonte de notre pays. La production de nos 86 départements ayant été, en 1888, de 1 689 000 tonnes, le département de Meurthe-et-Moselle figure à lui seul pour 911 000 tonnes, soit plus de la moitié du chiffre total indiqué ci-dessus.

Parmi les principaux producteurs figurant à l'Exposition, nous citerons la *Société des Acieries de Longwy*, avec ses 6 hauts fourneaux, parmi lesquels le n° 6, remis récemment en feu, après une reconstruction complète, présente une capacité de 480 mètres cubes, et se trouve être par suite, si nos renseignements sont exacts, le plus grand de toute la région. Les hauts fourneaux de MM. Ferry Curicque, établis à *Micheville-Villerupt*, à l'extrême frontière, sont remarquables également par leurs grandes dimensions. Comme spécimen de la même industrie dans la région de Nancy, on peut citer les hauts fourneaux de MM. Fould Dupont, à *Pompey*, et ceux de la *Société des Forges et Acieries du Nord et de l'Est*, à *Jarville*, dont la capacité varie de 230 à

300 mètres cubes, avec des hauteurs comprises entre 15^m50 pour le plus petit et 21 mètres pour le plus grand des quatre appareils qui forment cette importante installation.

Les minerais traités dans les hauts fourneaux de Meurthe-et-Moselle sont connus par de nombreuses descriptions. La plupart des exposants fournissaient, à l'appui des échantillons exposés, des analyses très complètes indiquant une richesse en fer variant de 30 à 40 % avec une teneur en phosphore comprise entre 0,50 et 0,80. Les minerais de Meurthe-et-Moselle ont toujours passé pour des minerais plutôt pauvres que riches, mais d'une réduction facile ; leur teneur en phosphore, loin d'être aujourd'hui un inconvénient, les rend particulièrement propres à la fabrication de la fonte destinée à être transformée en fer et en acier par le procédé Thomas.

Des trois grandes aciéries qui ont été construites en France depuis 1878 pour utiliser ce procédé de déphosphoration au convertisseur, celle de Jœuf, située dans la région de Nancy, n'a pris aucune part à l'Exposition. La Société des aciéries de Longwy montrait une collection intéressante de ses fontes Thomas, ainsi que la série des fers et aciers en provenant. On trouvait dans la notice de cette Société l'échelle de dureté permettant de distinguer par la résistance à la traction et l'allongement correspondant les neuf numéros d'acier offerts au consommateur. L'acier n° 7, celui qu'on obtient le plus facilement dans la fabrication courante, était indiqué comme pouvant donner en moyenne 44 kilogr. de résistance avec 25 % d'allongement. A ces propriétés mécaniques correspondent une teneur en carbone de 0,09 à 0,10, une teneur en manganèse de 0,40 à 0,60, enfin une proportion de phosphore de 0,08 à 0,10, tandis que ce métal s'élève jusqu'à 2 % dans la fonte soumise au traitement.

Très faible teneur en phosphore et en carbone, qui arrivent à s'égaliser, et teneur relativement élevée en manganèse, telle paraît être la caractéristique de ces nouveaux métaux, qui, fabriqués dans d'excellentes conditions de prix de revient, sont appelés à remplacer pour bien des emplois le fer puddlé dans un avenir assez prochain.

Les minerais de Meurthe-et-Moselle, traités avec les précautions convenables, produisent aussi bien les fontes de moulage que celles d'affinage ; aussi d'importantes fonderies se sont-elles établies dans ce département, où l'industrie du fer a pris, depuis l'Exposition de 1878, un essor presque inquiétant pour le reste du pays. Nous nous bornerons à citer les grands établissements de la Société anonyme des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson. Celle-ci s'est créée une véritable spécialité, celle de la fabrication des tuyaux de conduite en fonte, et la longueur totale coulée en 1888 a atteint le chiffre presque invraisemblable de 943 kilomètres. Cet article, joint à quelques autres également de formes simples, parmi lesquels les coussinets de chemins de fer occupent le premier rang, a porté la production de la fonderie de Pont-à-Mousson, pour l'exercice qui vient de s'écouler, au chiffre de 35 804 tonnes ; elle n'était que de 2 200 tonnes en 1863. Il y a donc eu là un énorme progrès, qu'on doit noter avec une satisfaction d'autant plus grande que l'usine de Pont-à-Mousson est une usine d'exportation. Un graphique accompagné de notes explicatives faisait connaître par pays les chiffres de ces exportations, qui se sont élevées en 1888 à 7 237 tonnes. Pour lutter avec l'Allemagne et l'Angleterre sur les marchés étrangers, il faut arriver à un prix de revient très réduit. La Société de Pont-à-Mousson n'avait pas craint d'indiquer celui qu'elle a obtenu dans la période 1884-1888 pour la moyenne de ses moulages ; ce prix de revient s'est abaissé à 94 francs, tandis qu'il était encore de 151 francs vingt ans auparavant. Dans le même laps de temps, le salaire annuel moyen d'un ouvrier s'est élevé de 843 à 1 201 francs. Ce sont là des renseignements instructifs et qu'on aurait aimé trouver chez un grand nombre d'exposants.

Le grand développement qu'a pris la fabrication de la fonte brute et moulée dans la région du Nord-Est ne s'est pas encore étendu à l'élaboration mécanique des produits. Le forgeage au pilon n'y existe pour ainsi dire point ; les laminaires y sont relativement peu nombreux, et parmi ceux qui s'y rencontrent, quelques-uns se sont abstenus de paraître au Champ de Mars. Cette observation ne saurait s'appliquer en aucun cas aux établissements de M. Fould-Dupont, maître de forges à Pompey, qui s'était chargé, à titre gracieux, de la fourniture d'une des deux portes par lesquelles la classe 41 aboutissait à la galerie centrale du Palais des Industries diverses. Les Ingénieurs de ces usines avaient obtenu, en groupant pour ce travail les produits laminés et forgés les plus usuels, un ensemble décoratif d'un effet un peu sévère, mais qui permettait néanmoins au fer de tenir dignement sa place à côté d'industries plus élégantes et plus variées. En outre, tous les fers de la Tour Eiffel, pesant ensemble plus de 7 000 tonnes, avaient été fournis par les forges de Pompey, et cette importante fourniture, effectuée dans un court délai, donne la mesure de la capacité de production de ces grands établissements.

Groupe du Nord. — Un pavillon spécial, construit avec des matériaux, fontes, fers et briques, sortant exclusivement des forges du Nord, abritait l'exposition collective des usines de cette région. Celles-ci concourent également pour une forte part à la production de la fonte française, car le département du Nord figure dans la statistique de 1888 pour 231 693 tonnes, et vient ainsi au second rang après le département de Meurthe-et-Moselle, qu'il est loin, pourtant, d'égaliser. Les gros producteurs de cette région, qui comprennent également une partie du département du Pas-de-Calais, sont la Société des forges et aciéries de Denain et Anzin, avec dix hauts fourneaux capables de produire annuellement 150 000 tonnes de fonte ; la Société anonyme de Vezin-Aulnoye, dont les deux hauts fourneaux, situés à Aulnoye même, peuvent livrer annuellement 70 000 tonnes ; la Société anonyme des hauts fourneaux de Maubeuge, également avec deux hauts fourneaux, produisant par jour 90 à 100 tonnes de fonte d'affinage ; la Société anonyme des forges et fonderies de Montataire, dont les trois hauts

fourneaux d'Outreau, dans le Pas-de-Calais, s'adonnent spécialement à la fabrication des fontes de moulage ; enfin la Société des aciéries de France, dont les usines à Isbergues, également dans le Pas-de-Calais, sont complétées par une importante aciérie dont il sera parlé plus loin.

Comme nous l'avons indiqué en commençant, ce sont surtout les minerais de Bilbao qui forment l'élément principal du lit de fusion de ces hauts fourneaux. Deux des Sociétés que nous venons d'énumérer, celle de Montataire et celle de Denain et Anzin, ont même eu l'heureuse inspiration de prendre pied dans ce riche gisement par la création de la Société franco-belge des mines de Sommarostro ; l'exposition de cette dernière Société, installée dans la classe 48, consistant en un plan à grande échelle et en divers modèles, permettait de se rendre compte du mode d'exploitation et des moyens de transport qui la desservent. Il va sans dire que les minerais eux-mêmes, avec leurs deux grandes variétés, le Rubio et le Campanil, figuraient sur les étagères de la plupart de leurs consommateurs. De nombreuses analyses témoignaient de la haute teneur en fer (55 % en moyenne), qui, jointe à la facilité du transport par mer, permet à ces minerais de jouer dans la métallurgie du nord de la France le rôle important qui vient d'être signalé.

La fabrication de l'acier a pris dans la région qui nous occupe un développement parallèle à celui de la fabrication de la fonte. Pour parler d'abord du travail au convertisseur, nous devons citer comme possédant une puissance de production à peu près égale les trois aciéries de Trith-Saint-Léger (Société des aciéries du Nord et de l'Est), de Denain et d'Isbergues. La première a remplacé ses cornues acides par des cornues basiques de 10 tonnes, destinées à traiter les fontes phosphoreuses de Jarville, dont nous avons déjà parlé ; les deux autres emploient uniquement l'ancien procédé Bessemer, en prenant directement la fonte au haut fourneau.

L'objectif principal de ces trois aciéries est la fabrication des rails. Non seulement elles occupent une place absolument prépondérante dans les livraisons faites aux diverses Compagnies de chemins de fer françaises, mais elles ont réussi, dans ces derniers temps, à traiter d'importantes fournitures pour l'exportation. Elles le peuvent grâce à un puissant outillage, qu'on a fait profiter sans tarder de tous les progrès nouveaux.

La Société des forges et aciéries du Nord et de l'Est exposait en particulier les plans et dessins d'un nouveau laminoir réversible de 5 000 chevaux, desservi mécaniquement par de nombreux engins hydrauliques, et par les Pitts giers, qui permettent, grâce à une manutention simple et facile, d'éviter pour le laminage des lingots d'acier un réchauffage toujours coûteux.

Quelques soins qu'on y apporte, le laminage des rails ne saurait suffire, dans un avenir prochain, à entretenir uniquement de grands établissements. Aussi, les usines dont nous venons de parler y ont-elles ajouté d'autres fabrications, alimentées surtout par des fours Martin-Siemens récemment construits. Celui de Trith-Saint-Léger est à garniture siliceuse et d'une capacité de 10 tonnes. La Société de Denain possède trois fours avec lesquels elle a abordé depuis peu la fabrication des moulages en acier, disputant ainsi aux usines de la Loire et du Centre une industrie qui leur était jusqu'à présent à peu près entièrement réservée. Enfin, ces deux Sociétés possèdent encore des ateliers de puddlage importants, qui leur permettent de prendre aussi leur part aux livraisons de fers marchands ordinaires que le département du Nord fait dans la France presque entière, et particulièrement à Paris.

L'espace nous manque pour faire à chacun des onze participants de l'exposition collective des Forges du Nord la place qui lui reviendrait ; nous ne pouvons qu'indiquer sommairement ceux dont le nom n'est pas encore venu sous notre plume. Ce sont :

1° Les Etablissements métallurgiques de Ferrières-la-Grande, adonnés surtout à la fabrication des profilés en fer de petit et de moyen calibre, dont la puissance productive annuelle est d'environ 25 000 tonnes. Cette Société se faisait aussi remarquer par une collection intéressante de fers laminés rustiques, ouvrant la voie à un nouvel emploi du fer dans les constructions d'art et d'ornement ;

2° MM. Dorémieux fils et Cie, maîtres de forges à Saint-Amand-les-Eaux, qui ont fait leur spécialité de la fabrication de chaînes de toute sorte, et dont les produits contribuaient à la décoration du trophée central du pavillon ;

3° La Fabrique de fer de Maubeuge, qui a pour spécialité les tôles et les larges plats, et dont l'exposition montrait divers éléments de chaudières avec des emboutis et des cassures témoignant de la valeur de la fabrication ;

4° La Société anonyme des forges de la Providence, à Hautmont, remarquable par ses grandes poutrelles en fer et en acier, et dont la production en 1888 a atteint 95 000 tonnes de produits laminés finis. Comme la Société de Vezin-Aulnoye, dont nous aurions aussi à signaler la belle collection de profilés, la Société de la Providence possède des hauts fourneaux à Rehon, dans le département de Meurthe-et-Moselle. Elle est donc, en quelque sorte, à cheval sur les deux régions dont nous terminons ici la description.

Groupe de Champagne et des Ardennes. — Les deux groupes qui viennent d'être étudiés forment sur notre frontière, de Dunkerque à Belfort, une première ligne de grande production métallurgique, dont Valenciennes, Maubeuge, Nancy et Longwy sont les principaux centres. En seconde ligne viennent la Champagne et les Ardennes, qui, prenant au passage les produits bruts se dirigeant vers le centre de la France, leur font subir un nouveau degré d'élaboration. Ces deux provinces ne se seraient point contentées autrefois de ce rôle secondaire. L'industrie de la fonte au bois, s'appuyant d'une part sur des forêts abondantes, de l'autre sur des minerais excellents mais devenus rares aujourd'hui, y a connu des années prospères. Elle a

presque entièrement disparu aujourd'hui, et les établissements métallurgiques réunis autour de Mézières et de Saint-Dizier doivent se contenter de dénaturer les matières premières que le Nord et l'Est leur envoient. Les Ardennes se sont surtout adonnées à la ferronnerie, et leur industrie est, par suite, trop étrangère au sujet que nous traitons. Un fabrication très particulière à cette région, celle de la fonte malléable, était cependant représentée dans la classe 41 par *MM. Hardy, Capitaine et C^{ie}*, à Nouzon, et nous devons au moins rappeler ici leur nom.

La Champagne occupait, dans la galerie de cette même classe, un espace relativement étendu. Il convient de citer en première ligne la *Compagnie des forges de Champagne*, qui possède encore des hauts fourneaux, traitant les minerais de Vassy, et dont les plans figuraient à l'Exposition. Les fers fins, les feuillards, les fers dits de Suède pour clous à cheval et la coutellerie, enfin les fils de fer et d'acier laminés et tréfilés avec leurs nombreux dérivés, constituent les principaux articles provenant de ces laminoirs, situés à *Saint-Dizier, Marnaval et Rachecourt*. Non loin de là se trouvent les établissements de la *Société des forges d'Eurville*, qui a fait également des petits fers fins et des articles de tréfilerie, les éléments essentiels de sa fabrication actuelle; cette Société était également bien représentée à l'Exposition.

Nous ne saurions quitter le département de la Haute-Marne sans rappeler que l'industrie de la fonderie s'y est aussi maintenue avec avantage. Son porte-drapeau dans la classe 41 était la *Société anonyme des hauts fourneaux et fonderies de Brousseval*, qui avait réuni, dans un ensemble très décoratif, les objets de forme et de nature si variées qui sortent des mains du mouleur.

A défaut d'un emplacement mieux défini, nous rattacherons au groupe de la Champagne quelques établissements situés au nord de Paris, et qui méritent d'être mentionnés. Ce sont les usines de la *Société des forges et fonderies de Montataire*, près de Creil. Ces usines, dont l'importance a été grande autrefois, s'adonnent aujourd'hui principalement à la fabrication de la tôle et du fer-blanc. A côté d'elles se trouvent les *Forges de Creil* (Th. de Hennau et C^{ie}), où les fils d'acier et leurs dérivés sont produits en grande masse, au moyen d'installations nouvelles et très bien aménagées. Nous citerons, en terminant, la *Société anonyme des forges, fonderies et laminoirs de Saint-Roch-les-Amiens*, qui s'adonne surtout à la fabrication des essieux de toutes sortes et de leurs boîtes.

(A suivre.)

G. BRESSON.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Les entrées à l'Exposition. — Malgré les journées de plus en plus courtes et l'approche de la clôture définitive, les visiteurs continuent toujours à affluer à l'Exposition. Jeudi dernier, le nombre des entrées payantes a été de 153 369, vendredi de 106 903, samedi de 94 827, dimanche de 299 803, lundi de 124 938, mardi de 145 746, etc. On voit que pour le dernier dimanche d'octobre il y a eu près de *trois cent mille* entrées payantes et que leur moyenne a dépassé *cent dix mille* pour les autres jours de la fin du mois.

Au commencement de cette semaine, le vingt septième million de tickets était déjà entamé. Comme on prévoit une grande affluence de visiteurs à l'occasion des fêtes de la Toussaint, il est probable qu'au moment de la clôture définitive on ne sera pas bien loin d'atteindre le vingt-neuvième million. En tenant compte des tickets égarés et de ceux que leurs possesseurs n'auront pas cherché à utiliser, on voit qu'on arrivera presque à l'épuisement complet des trente millions de tickets qui avaient été émis par le Crédit Foncier.

Clôture de l'Exposition. — Le jour de la clôture de l'Exposition est définitivement maintenu au mercredi 6 novembre.

A partir du 7 novembre, l'Esplanade des Invalides et toute la partie du quai d'Orsay comprise entre l'Esplanade et le Champ de Mars seront fermées au public, jusqu'à ce que les travaux d'évacuation et de démolition soient terminés. Ces travaux dureront vraisemblablement deux à trois mois. Il est probable que, pour donner satisfaction aux habitants des quartiers avoisinant l'Exposition, la Direction des travaux fera établir deux passages, qui couperont, l'un l'Esplanade des Invalides, l'autre le Champ de Mars dans l'axe de la rue Saint-Dominique.

Aussitôt après la clôture de l'Exposition, le chemin de fer Decauville cessera de fonctionner et l'on rétablira les voies ferrées nécessaires pour la manutention et la sortie des divers objets exposés; mais, au lieu d'installer la ligne au travers des jardins du Champ de Mars, comme pendant la construction, on lui fera longer la terrasse du palais des Arts libéraux.

Le Trocadéro et le pont d'Iéna seront immédiatement rendus à la circulation. Dans le jardin du Trocadéro on préservera au moyen de palissades, les massifs de plantes précieuses qui appartiennent aux exposants; les serres seront immédiatement démolies.

La tour de 300 mètres ne sera pas isolée des autres parties du Champ de Mars et après comme avant la clôture de l'Exposition, les visiteurs devront passer tout d'abord par un guichet de l'administration.

L'Administration a l'intention d'admettre les visiteurs dans l'enceinte du Champ de Mars tous les jours, de midi à quatre heures, jusqu'à épuisement total des tickets en circulation, ce qui, d'après ce que nous disons plus haut, ne peut guère tarder à se réaliser. Toutefois, la direction se réservera le droit de fermer au public, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, toutes les parties du Champ de Mars où la sécurité des promeneurs pourra sembler menacée, et où il paraîtra nécessaire d'assurer aux ouvriers la liberté de leurs mouvements.

Les exposants, les membres du jury et de la presse continueront à

jouir, comme précédemment, de leur droit d'entrée à l'Exposition, sur la présentation de leurs cartes spéciales. Le service des jetons d'ouvriers sera assuré dans les mêmes conditions qu'auparavant.

On entrera au Champ de Mars par quatre portes: la porte Rapp, la porte située à l'avenue de La Bourdonnais, en face du pignon de la Galerie des Machines, la porte Desaix, et par une quatrième entrée qui sera placée au quai d'Orsay, à peu près à la hauteur du pont d'Iéna.

L'ancienne Chambre des députés, avant de se séparer, avait émis un vœu tendant à la conservation d'une grande partie des constructions du Champ de Mars, mais aucune résolution définitive n'a encore été prise à ce sujet. La question reste donc entière, et c'est sur le projet que prépare en ce moment M. Alphand, que la nouvelle Chambre et le prochain ministère auront à statuer.

D'après ce projet, qui sera probablement voté dans ses dispositions principales, on conserverait le Palais des Machines, la Galerie de trente mètres, le Dôme central, les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux. Toute la partie du Champ de Mars qui s'étend jusqu'à la fontaine monumentale serait aménagée en parc, et les terre-pleins qu'occupaient les galeries des Industries diverses seraient plantés en quinconces d'arbres assez espacés pour rendre possibles les jeux, les exercices de gymnastique et les manœuvres de l'école du soldat.

Parmi les diverses constructions du Champ de Mars qui ne seront pas immédiatement démolies après la clôture de l'Exposition, figurent le panorama de la Compagnie Générale Transatlantique, la rue du Caire, le pavillon du Maroc et celui des pastellistes.

Fête de nuit pour la clôture de l'Exposition. — Le mardi 6 novembre, aura lieu, ainsi que nous l'avons déjà annoncé, une grande fête de nuit comprenant illumination du Trocadéro, embrasement de la Tour de 300 mètres, jeu des fontaines lumineuses, illumination des massifs et des pelouses du Champ de Mars et de l'Esplanade des Invalides.

Le prix d'entrée à la fête de nuit est fixé à cinq tickets à partir de cinq heures du soir. Mais il est facile de prévoir que le nombre des entrées à cinq tickets ne sera pas bien élevé: la foule des visiteurs entrera naturellement avant cinq heures pour n'avoir à donner qu'un seul ticket, et il y aura certainement, comme pour les fêtes analogues données précédemment, une cohue énorme que se garderont bien d'affronter les personnes qui auraient pu donner cinq tickets pour jouir du spectacle des illuminations.

Les premiers feux de Bengale seront allumés à 7 heures et demie; le premier embrasement de la tour aura lieu à 8 heures et demie et le dernier à 9 heures 20.

Réexpédition des produits étrangers et français. — La direction générale de l'exploitation vient de faire afficher dans les galeries du Champ de Mars une *Instruction pour la réexpédition des produits étrangers et français en provenance de l'Exposition*. Ce document est composé de vingt-quatre paragraphes.

Après avoir dégagé sa responsabilité des vols et détournements qui pourraient être commis, l'administration invite les exposants et leurs agents à redoubler de surveillance pendant la période de réexpédition. Elle appelle spécialement leur attention sur la nécessité de ne faire pénétrer dans l'enceinte de l'Exposition que des ouvriers dont ils soient sûrs, et de se faire rendre, aussitôt qu'ils ne seront plus nécessaires, les jetons de service mis à leur disposition pour l'entrée de ces ouvriers.

Au moment de la réexpédition, les exposants, leurs agents, les entrepreneurs et leurs ouvriers entreront dans l'Exposition au moyen de cartes-jetons de service et laissez-passer en usage pendant la période d'ouverture de l'Exposition.

A dater du 7 novembre, des commissionnaires médaillés par la préfecture de police seront admis dans l'enceinte de l'Exposition sur le vu de leur médaille. Ils seront astreints toutefois à stationner sur certains points qui leur seront assignés.

Aucun objet ne pourra sortir de l'Exposition sans être accompagné d'un laissez-passer de sortie signé par le directeur général de l'exploitation et portant le double visa de la douane et de l'octroi. Toutefois, il importe de remarquer que cette mesure ne concerne naturellement pas les pays tels que l'Egypte, le Maroc, la Tunisie, etc., dont les produits sont à présent dédouanés, et par conséquent francs de toutes taxes.

Fermeture des galeries du Champ de Mars. — Depuis dimanche dernier, l'heure de la fermeture de la galerie des Machines est avancée; on commence à la faire évacuer chaque soir dès neuf heures un quart.

D'autre part, comme les journées deviennent de plus en plus courtes, les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux sont maintenant évacués à quatre heures, et les galeries industrielles à quatre heures et demie.

Distinctions honorifiques. — Dans la liste des nominations ou promotions dans l'ordre de la Légion d'honneur, qui vient d'être publiée à l'occasion de l'Exposition universelle de 1889, nous sommes heureux de relever les suivantes obtenues par ceux de nos collaborateurs dont les noms suivent:

Au grade de commandeur:

MM. CAUVET, Directeur de l'Ecole Centrale des Arts et manufactures; — *RISLER*, Directeur de l'Institut agronomique.

Au grade d'officier:

MM. DEHERAIN, Membre de l'Institut; — *C.-M. GARIEL*, Rapporteur général des Congrès et conférences de l'Exposition; — *HERSCHER*, Ingénieur-construc-teur; — *Henri MENIER*, industriel; — *Ch. WEYHER*, Ingénieur-construc-teur.

Au grade de chevalier:

MM. G. BELLIARD, Ingénieur-construc-teur; — *BERTHON*, Directeur de la C^{ie} des téléphones; — *Ed. BOURDON*, Ingénieur-construc-teur; — *Henry DEUTSCH*, industriel; — *Ed. LIEPMANN*, Ingénieur-construc-teur; — *PORTEVIN*, Ingénieur; — *G. RICHARD*, Ingénieur-construc-teur.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Séance du 30 septembre 1889.

Physique. — Sur l'application de hautes températures à l'observation du spectre de l'hydrogène. Note de MM. L. THOMAS et Ch. TRÉPIED, présentée par M. Mascart.

A l'occasion de leurs recherches sur quelques points de physique solaire, MM. L. Thomas et Ch. Trépied ont été conduits à examiner si l'on pourrait observer le spectre d'hydrogène en rendant ce gaz lumineux autrement que par la décharge électrique dans des tubes de Plücker et par une simple élévation de température.

A cet effet, on applique à ce gaz un traitement réservé jusqu'ici aux métaux et aux sels métalliques, en le faisant arriver dans un arc électrique, entre les deux charbons, à l'aide d'un dispositif imaginé et décrit par les auteurs de cette note.

Après avoir projeté l'image de l'arc sur la fente d'un spectroscopie, MM. Thomas et Trépied introduisent l'hydrogène entre les charbons; ils observent alors immédiatement l'apparition de deux lignes H_α et H_β . Avec un seul prisme, H_α possède un éclat comparable à celui des raies métalliques; H_β , estompée sur les bords, rappelle par sa constitution la raie obscure F du spectre solaire, observée avec une dispersion d'environ vingt prismes. Avec une dispersion équivalente à celle de dix prismes, H_α s'élargit beaucoup et s'estompe sur les bords, offrant ainsi une certaine analogie avec la raie correspondante de la chromosphère, mais sans présenter toutefois un maximum aussi marqué; H_β s'étale considérablement. Enfin, avec le grand spectroscopie Thollon (trente et un prismes de flint ordinaire) H_β ne se voit plus que difficilement.

Les apparences sont les mêmes en ce qui concerne ces deux lignes, lorsqu'on substitue à l'hydrogène le gaz d'éclairage et même la vapeur d'eau.

Quant aux lignes H_γ et H_δ , il a été impossible d'en apercevoir aucune trace, même avec les dispersions les plus faibles.

Il résulte de cette note que l'arc électrique fournit un moyen sûr et relativement facile de rendre l'hydrogène suffisamment lumineux pour l'observation spectroscopique, même avec l'emploi de grandes dispersions.

Chimie. — 1° L'enchaînement des poids atomiques des corps simples. Note de M. DELAUNEY, présentée par M. Berthelot.

En appliquant aux poids atomiques des corps simples la méthode de recherche qu'il a exposée dans une note intitulée « L'art de faire parler les statistiques » (séance du 29 avril 1889), M. Delauney est arrivé très nettement à la conclusion suivante :

Les poids atomiques des corps simples s'enchaînent les uns aux autres par l'addition de la racine carrée d'un nombre entier. Ce nombre est variable, mais toujours harmonique, c'est-à-dire qu'il ne renferme pas d'autres facteurs premiers que 1, 2, 3 et 5.

L'auteur donne dans cette note un tableau très complet des corps simples suivis de leur poids atomique, qu'on obtient en ajoutant au poids atomique du corps qui le précède immédiatement la racine carrée indiquée vis-à-vis du corps lui-même sous le titre de nombre additionnel.

La chaîne des poids atomiques présente des lacunes, paraissant tenir à ce qu'on ne connaît pas la totalité des corps simples.

On y remarque des endroits remarquables, où viennent se greffer des chaînons de deux corps; ces endroits correspondent à des poids atomiques se succédant en progression géométrique: 24 (magnésium), 48 (titane), 96 (molybdène) et probablement 192 (corps inconnu);

2° Combinaisons de l'oxyde de cuivre avec les matières amyloïdes, les sucres et les mannites. Nouveaux réactifs pour l'analyse immédiate. Note de M. CH. ER. GUIGNET, présentée par M. Berthelot.

M. Guignet rappelle d'abord les principales combinaisons de l'oxyde de cuivre avec les matières amyloïdes, les sucres et les mannites, qui sont les suivantes :

La solution de cellulose dans l'oxyde de cuivre ammoniacal précipite par l'addition d'une grande quantité d'eau et donne une combinaison assez bien définie de cellulose et de cuivre, qui ne retient plus d'ammoniaque quand elle a subi des lavages prolongés.

Mis en contact avec l'oxyde de cuivre ammoniacal,

l'amidon ou la fécule à l'état sec absorbent très facilement l'oxyde de cuivre; l'action est encore plus rapide avec la fécule imprégnée d'une petite quantité d'eau. L'empois agit de la même façon au bout d'un temps plus long.

La fécule combinée avec l'oxyde de cuivre retient de l'ammoniaque, mais si l'on chauffe à 40° en présence de l'eau, elle perd cette ammoniaque et passe d'un bleu de ciel foncé à la couleur verte.

L'inuline se comporte d'une manière analogue.

L'oxyde de cuivre ammoniacal ne précipite aucune matière sucrée, par la raison que les composés formés par les sucres avec l'oxyde de cuivre, sont très solubles dans l'ammoniaque; mais il n'en est pas de même du sulfate de cuivre ammoniacal.

Le sucre de canne, le sucre de lait (et probablement les autres isomères) ne précipitent pas par le sulfate de cuivre ammoniacal. Au contraire, le glucose pur, le galactose, etc., précipitent.

Le sucre interverti ne précipite pas par le sulfate de cuivre ammoniacal; il en est de même du lévulose pur et cristallisé provenant de l'inuline; mais si l'on ajoute du glucose pur au sucre interverti ou au lévulose, la combinaison glucosique se dépose au bout de quelques heures.

La mannite, la dulcité et probablement les autres isomères produisent immédiatement des précipités bleus, dans la solution de sulfate de cuivre ammoniacal. Ces combinaisons donnent avec l'ammoniaque des solutions bleues qui ne sont pas altérées par l'ébullition, au moins sous la pression ordinaire.

La plupart des corps contenus dans les décoctions des matières végétales ne précipitent pas par le sulfate de cuivre ammoniacal: ce réactif pourra donc être employé dans beaucoup de cas de préférence à l'acétate neutre ou basique de plomb. Ainsi les acides végétaux, les gommes, les matières peptiques, etc., ne précipitent pas par le sel de cuivre ammoniacal.

Mécanique. — 1° Complément à la théorie des déversoirs en mince paroi, qui s'étendent à toute la largeur du lit d'un cours d'eau: mise en compte des variations de la contraction qu'éprouve la nappe déversante, du côté de sa face inférieure; par M. J. BOUSSINESQ.

2° Sur la dénomination de l'unité industrielle du travail. Note de M. RÉSAL.

A propos des vœux émis par le Congrès international de mécanique appliquée, M. Résal annonce qu'il aurait été l'un des premiers à proposer, pour cette unité, le chiffre de 100 kilogrammètres, auquel il aurait aussi proposé de donner le nom de quintalmètre, formant un seul mot, de manière à dire: un travail de tant de quintalmètres. Or, comme dans les échanges commerciaux d'une certaine importance on ne procède généralement qu'en raison de 100 kilogrammes, c'est-à-dire du quintal métrique, expression adoptée d'ailleurs depuis près d'un demi-siècle dans les relevés statistiques officiels, le mot quintalmètre ne serait donc pas un mot bien nouveau et pourrait, en conséquence, être accepté sans répulsion par les ingénieurs et les industriels.

Quant à établir une distinction entre les mots de force et puissance, pour désigner un travail, M. Résal n'y attache aucune importance; c'est, en réalité, une subtilité due à Belanger, car, pour tout le monde, puissance est équivalent de force. Ces deux mots sont impropres, comme celui de force vive, qu'on a néanmoins conservé.

Il est évident que l'on saurait ce que l'on veut dire en parlant d'une machine de 100 quintalmètres par seconde.

Astronomie. — Présentation du quatrième fascicule du Bulletin du Comité international de la Carte du Ciel. — Réunion du Comité à l'Observatoire de Paris. Note de M. E. MOUCHEZ.

En présentant le quatrième fascicule du Bulletin du Comité international de la carte du ciel à l'Académie, M. Mouchez fait connaître que le Comité vient d'avoir une nouvelle réunion. Pendant les sept séances il a été étudié, discuté et voté la plupart des questions restées pendantes par le Congrès de 1887, entre autres la dimension des clichés et des réseaux, le partage du ciel entre tous les observatoires prenant part au travail, et la construction d'un catalogue définitif.

Le succès de l'œuvre est aujourd'hui assuré. Aux seize observatoires primitivement adhérents sont venus s'en ajouter cinq nouveaux: Vienne, Catane, Mexico, Manille et le Vatican.

Conformément à une première répartition du travail, telle qu'elle a été décidée entre les divers observatoires, chacun d'eux aura à faire environ

700 clichés pour la zone qui lui est attribuée, et, bien qu'on doive en faire une triple série, on espère que le travail pourra être terminé en trois ou quatre années au plus.

Il reste à résoudre une très importante question, celle de savoir quel sera le procédé le plus économique, le plus sûr et le plus expéditif pour utiliser l'énorme quantité de documents qui vont se trouver si rapidement recueillis par la photographie. La création d'un bureau international, comme celui des Poids et Mesures, où seraient centralisées toutes ces diverses opérations, semble absolument indispensable pour que l'œuvre garde son homogénéité complète. Les frais de ce bureau ne seront pas bien élevés si l'on admet que toutes les dépenses occasionnées par les reproductions et les publications seraient couvertes en grande partie par leur prix de vente.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Le moteur à gaz; ses progrès, son mode actuel de construction et son mode de travail, par R. SCHOTTLER, professeur à l'école supérieure technique de Brunswick; 2^e édition, avec 250 gravures. — Benninghertz, éditeur, Brunswick.

L'ouvrage en question nous paraît être un des plus complets qui aient été écrits jusqu'à présent sur les moteurs à gaz. Comme son titre l'indique, il est divisé en trois parties, formant un véritable traité théorique et pratique de la construction de ces appareils, dont l'emploi tend de plus en plus à se répandre dans les grandes villes. L'ouvrage est accompagné d'une liste complète, qui ne prend pas moins de 16 pages, de tous les brevets pris en Allemagne pour la construction des machines à gaz, et d'un index bibliographique, dans lequel sont indiqués avec une exactitude que nous aimons à reconnaître, tous les ingénieurs français qui ont écrit sur cette matière.

Sur l'analyse capillaire et ses divers emplois. — Les phénomènes de capillarité jouent un grand rôle dans la distribution de la substance colorante, dans les plantes et divers autres corps organisés. Ces phénomènes ont donné lieu à un mode spécial de recherches dont les résultats ont été publiés par le professeur Docteur Friedrich Goppelsröder dans le « Bulletin de la section de chimie du Musée Impérial et Royal de technologie industrielle de Vienne » (K. K. Technisches Museum in Wien). Les physiciens et les naturalistes que cette question un peu spéciale intéresse pourront y trouver d'utiles renseignements.

Revue théorique et pratique des connaissances relatives à l'art de l'Ingénieur. — Abonnement annuel: 15 francs.

M. T. Pujes, Ingénieur, avec le concours d'un groupe d'Ingénieurs ou d'anciens élèves de l'École des Ponts et Chaussées, publie une Revue scientifique qui s'adresse principalement aux constructeurs, agents des Ponts et Chaussées, des chemins de fer et du service vicinal.

L'avantage de cet ouvrage consiste en la réunion, dans une même publication, de toutes les matières théoriques et pratiques de l'art de l'Ingénieur et celles nécessaires aux conducteurs ou agents voyers qui désirent passer les différents examens de l'École Centrale, de l'École des Ponts et Chaussées, d'Ingénieurs et d'agents voyers d'arrondissement. Il permettra à tous les agents qui ont embrassé la carrière des travaux publics d'y trouver l'enseignement qu'ils doivent posséder dans la pratique journalière des travaux qui leur sont confiés. Les cours publiés, sans avoir un caractère officiel, seront entièrement conformes au programme de l'École des Ponts et Chaussées.

La Lumière électrique, générateurs, foyers, distribution, applications, par L. MONTILLOT, directeur de télégraphie militaire. 1 vol. in-16 (Bibliothèque scientifique contemporaine) de 408 pages, avec 190 figures intercalées dans le texte. — J.-B. Bailière et fils, éditeurs, Paris, 1889. — Prix: 3 fr. 50.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant: MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — *Travaux publics.* Le pont Caulaincourt à Paris (planche IV), p. 29; HENRI MAMY. — *Chemins de fer.* Projet de chemin de fer métropolitain pour Paris (suite et fin), p. 30; A. FLAMANT. — *Physique.* Le baromètre à eau de la tour Saint-Jacques, p. 34; JOSEPH JAUBERT. — *Correspondance.* L'Exposition de 1892 aux Etats-Unis, p. 35; G. MOREAU. — *Informations.* L'autographe électro-dynamique, p. 37. — Travail moléculaire dans les gangues hydrauliques en voie de solidification, p. 38. — Projet d'éclairage électrique à Yokohama, p. 38. — Création d'un réseau de chemins de fer en Chine, p. 38. — Construction de l'hôpital de Giens, p. 38. — Percement d'un canal dans l'isthme du Holstein, p. 38. — Imperméabilisation des murs en briques, p. 38. — La plus grande voie ferrée en ligne droite, p. 38.

Exposition universelle de 1889. La Compagnie des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Saint-Chamond. Ses travaux militaires, p. 39; FERRÉOL COMPORTEY. — L'Exposition des Républiques de l'Amérique Centrale, p. 52; R. GENTILINI. — Produits de l'exploitation des mines et de la métallurgie. Fonte fer et acier (suite et fin), p. 53; G. BRESSON. — L'exposition des chemins de fer. Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62 (suite), p. 55; M. COSSMANN. — L'hygiène à l'Exposition de 1889, p. 57; F. MARIÉ-DAVY. — Chronique de l'Exposition, p. 58. SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séance du 7 octobre 1889, p. 60; G. PETIT. BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 60.

Planche IV : Pont métallique de la rue Caulaincourt, à Paris.

TRAVAUX PUBLICS

LE PONT CAULAINCOURT A PARIS

(Planche IV.)

Le nouveau pont qui vient d'être construit rue Caulaincourt prolongée, entre le boulevard de Clichy et la rue de Maistre, pour la tra-

tement en béton que recouvrent le passage de la chaussée et le bitume des trottoirs.

La largeur du pont, qui est, comme nous venons de le dire, de 16 mètres d'axe en axe des poutres de rive, comprend une chaussée de 9 mètres et deux trottoirs de 3^m 50 de largeur chacun.

Le pont se compose de 7 travées d'inégale longueur; il y en a 5 de 20 mètres et 2 de 17 mètres. Ces différences résultent de considérations locales qu'il a été impossible d'éviter, et notamment de l'obli-



FIG. 4. — Vue du pont construit rue Caulaincourt, pour la traversée du cimetière Montmartre, à Paris.

versée du cimetière Montmartre, à Paris, est un viaduc métallique en acier, de 135 mètres de longueur sur 16 mètres de largeur.

Il se compose d'un tablier métallique reposant sur deux culées en maçonnerie et sur six couples de colonnes en fonte.

Le tablier métallique est formé de deux poutres longitudinales, reliées par des pièces de pont espacées entre elles de 3^m 80 à 4^m 50. Ces pièces de pont sont reliées elles-mêmes par des longerons longitudinaux espacés de 1^m 30 sous la chaussée et de 1^m 65 sous les trottoirs. Sur ces longerons reposent des tôles embouties supportant un revê-

gation de placer les colonnes, entre les tombes du cimetière du Nord, dans les espaces libres. Le tablier n'est pas horizontal; il présente une rampe longitudinale de 0^m 0371 par mètre, sur toute sa longueur.

Pour faciliter le jeu de la dilatation sur les colonnes, on a placé des rouleaux en acier sous les semelles des poutres, entre deux plaques de fonte; la semelle inférieure est fixée sur la colonne et la semelle supérieure est fixée à la poutre. Chaque appareil de dilatation se compose de 7 cylindres en acier, de 0^m 15 de diamètre et 0^m 90 de longueur.

Les colonnes qui supportent le tablier sont au nombre de 12. Elles sont en fonte. Le haut du fût présente un diamètre intérieur de 0^m 70; le diamètre extérieur au creux des cannelures est de 0^m 80 et le diamètre à la saillie des cannelures est de 0^m 86.

Ces colonnes sont tronconiques; elles présentent un fruit total de 0^m 030 par mètre, et leur hauteur maximum est de 7 mètres. Elles reposent sur les libages par une embase carrée de 1^m 20 de côté, qui comprend un vide circulaire de 0^m 60 de diamètre.

Les libages ont une section horizontale de 1^m 50 sur 1^m 50. La grande charge des colonnes obligeant de fonder sur un sol très solide, il a fallu descendre jusqu'à la troisième masse de gypse, à 20 mètres en contre-bas du sol superficiel. Les maçonneries descendent, avec une section constante de 4 mètres carrés, jusqu'à 1 mètre environ de la masse. Un ressaut de 0^m 50 leur donne alors une section de 9 mètres carrés.

Le tableau ci-dessous, résumant les calculs de résistance qui ont été effectués, permet d'embrasser d'un coup d'œil les efforts maxima auxquels pourraient être soumises les différentes parties de ce pont métallique :

Longerons :	à la flexion 7 ^k ,73 par millim. carré, au cisaillement.	8 ^k ,15
Pièces de pont	— 9 ^k ,93 — —	6 ^k ,83
	sur les appuis — 9 ^k ,37 — —	à l'écrasement . 5 ^k ,40
Poutres	dans les travées 1 ^{re} 9 ^k ,19 — —	au cisaillement . { 9 ^k ,52
de	2 ^e — — — —	{ 9 ^k ,86
rive	3 ^e 9 ^k ,53 — — 3 ^e , 4 ^e , 5 ^e , 6 ^e — —	{ 10 ^k »
	7 ^e — — — —	{ 9 ^k ,52
		{ 8 ^k ,10
Rouleau de dilatation (section diamétrale). Compression		0 ^k ,25
Colonnes creuses en fonte —		2 ^k ,25
Libages en pierre de taille. Compression par centimètre carré		21 ^k ,17
Maçonneries { sous les libages —		10 ^k ,89
{ en pleine section —		6 ^k ,50
Pression sur le terrain —		5 ^k »

Les différents longerons faisant partie du tablier ont des longueurs variables. Elles sont de 3^m 20 et 3^m 70 pour les travées de 20 mètres, de 3^m 40 et 3^m 90 pour les travées de 17 mètres.

Les pièces de pont sont espacées entre elles, de longueurs variables d'une travée à l'autre. Ces différences d'écartement ont été motivées par des convenances architecturales. Les travées inégales ont été partagées en longueurs donnant pour les poutres de rive des panneaux à peu près égaux. La nécessité de faire des panneaux pleins au-dessus des colonnes, sans altérer l'égalité des panneaux à claire voie, a conduit à écarter inégalement les entretoises qui prennent leur point d'appui sur les montants verticaux et sur le milieu des panneaux pleins, dans l'axe des colonnes.

Tous les panneaux pleins ont 1 mètre de longueur; les autres panneaux ont 3^m 80 dans les travées de 20 mètres et 4 mètres dans les travées de 17 mètres.

Le poids de 1 mètre carré de tablier peut s'établir ainsi qu'il suit :

		Kilogr.
Tôles embouties	1,00 × 0,007 × 7 800 =	55
Béton	0,20 × 1.800 =	360
Pavés en grès	0,16 × 2.200 =	352
Poids des longerons		50
Total		817

Soit 850 kilogr. en nombre rond.

Les conditions imposées par le cahier des charges au point de vue de la qualité des matériaux employés et de la bonne exécution des travaux ont été très rigoureuses.

Les tôles et cornières, ainsi que les rouleaux de dilatation, devaient être en acier obtenu au convertisseur Bessemer ou au four Siemens-Martin; ce métal devait être doux, non cassant, malléable à chaud et à froid et non susceptible de trempe. Les rivets et boulons devaient être en fer de première qualité.

Pour les peintures, l'emploi de la céruse a été formellement interdit; on ne devait employer que le blanc de zinc. Il y a là, au point de vue de l'hygiène industrielle, une excellente mesure, qu'il faudrait voir se généraliser.

La fonte devait résister à une pression de 65 kilogr. par millimètre carré et à une extension de 12 kilogr.

Quant au fer employé pour les rivets et les boulons, sa résistance à la traction devait être de 35 kilogr., avec un allongement final de 14 %. Pour les rivets en acier, dont l'emploi pouvait être autorisé par l'administration, l'effort de rupture devait être de 40 kilogr. par millimètre carré, avec un allongement final de 24 %.

Les tôles, cornières et couvre-joints devaient être percés au foret.

Le montant total des travaux est évalué à 610 000 francs. La construction de ce pont a été exécutée par la Société des anciens Etablissements Cail.

HENRI MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHEMINS DE FER

PROJET DE CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN POUR PARIS

(Suite et fin.)

V. Stations. — Les stations métropolitaines ne doivent pas être ouvertes au service des bagages, car ce service, en prolongeant les arrêts, ferait perdre du temps à tous les voyageurs au profit de quelques-uns. Aménagées pour les voyageurs seulement, elles se réduisent à trois éléments :

Quais d'embarquement;
Accès de la rue aux quais;
Distribution des billets.

Ni vestibule commun, ni salles d'attente n'auraient raison d'être dans des stations où l'intervalle entre le passage des trains est réduit à quelques minutes. Il est, en effet, d'expérience que le public n'a pas la patience d'attendre l'arrivée du train en gare, dans des locaux isolés du quai.

Les organes essentiels d'une station métropolitaine sont des quais assez spacieux pour que les voyageurs montant dans le train et ceux qui en descendent se croisent sans se bousculer, et pour que des bars, des boutiques de journaux, etc., puissent y être installés sans compromettre le service. Les quais doivent être élevés au niveau du plancher des wagons, pour que la recherche des places vides, la montée et la descente soient aussi faciles que possible. Il faut que leur surface (c'est la planche brute qui répond le mieux à ce desideratum) permette aux retardataires de courir sans risque et que leur aplomb ne laisse que quelques centimètres de jeu à la caisse des wagons, venant ainsi à 50 centimètres du rail extérieur de la voie desservie.

Une zone de 2 mètres de largeur, à partir de l'arête du quai, doit rester complètement libre, pour que la circulation des voyageurs, à la recherche d'une place, soit facile à côté des portières ouvertes; mais en dehors de cette zone, on peut loger des colonnes destinées à restreindre la portée des charpentes de couverture. Un alignement et un espacement judicieux de ces colonnes en font un obstacle plutôt moral que matériel, qui provoquera sans contrainte une séparation des deux courants d'arrivée et de départ.

Cette nécessité évidente de la séparation des courants contraires, conduit à affecter à chacun un trajet distinct entre la rue et le quai. Deux escaliers, à la pente de 2/1, tronçonnés fréquemment par des paliers, assurent ces relations entre la rue et le quai. L'escalier d'entrée et celui de sortie peuvent être, à volonté, accolés ou disjoints au débouché sur la voie publique, mais ils doivent être séparés, éloignés même l'un de l'autre, au débouché sur le quai. Leur largeur ne peut être que fort restreinte, eu égard à la difficulté de les loger. Celle de 1^m 50, supérieure à la dimension usuelle des escaliers de nos maisons, paraît suffire, car elle permet à une personne isolée d'en dépasser une autre, embarrassée d'un fardeau, ou donnant la main à un enfant.

Les guichets de distribution de billets sont placés sur un des paliers de l'escalier d'accès au quai. Ce palier doit être assez ample pour que l'arrêt des voyageurs, prenant leur billets, n'entrave pas la circulation de ceux qui en sont munis au préalable.

Deux dispositions peuvent satisfaire à ce programme. Les deux voies de la station métropolitaine, maintenues à leur espacement normal, peuvent être munies de quais de part et d'autre; elles peuvent encore, surécartées, loger dans leur intervalle un quai unique. Cette dernière disposition s'impose dans les gares de bifurcation, car il faut prévoir que les voyageurs auront à y changer de train, avec inversion de direction au départ, et il convient qu'ils puissent le faire avec le minimum de trajet. Elle est également indiquée là où une circonstance locale exige que les voies soient normalement surécartées d'une quantité suffisante. Partout ailleurs, elle entraînerait une complication de tracé aux abords de la station, dans la région où les voies devraient s'éloigner l'une de l'autre.

Le choix entre l'un et l'autre de ces types dépend donc de conditions d'espèce, et tous deux ont été employés.

Les quais symétriques, de part et d'autre des deux voies maintenues à l'écartement normal, ont été prévus, d'après les types anglais, à 4^m 50 de largeur, ce qui donne à la station, comprenant les deux voies et leurs deux quais, une largeur de 15 mètres en œuvre. Dans les stations de bifurcation, le quai central a, suivant leur importance, 7^m 50 ou 10 mètres de largeur.

Pour en finir avec ces généralités, il faut ajouter que l'intérêt du public exige que les quais des stations soient à la moindre distance verticale possible du sol de la rue, et il convient de remarquer qu'à cet égard, les stations souterraines ont l'avantage, car la hauteur du quai, qui doit être de 1 mètre, est à soustraire de la hauteur du sol au-dessus des rails, tandis qu'elle est à ajouter dans le cas du viaduc.

Aux trois circonstances possibles du tracé : souterrain, viaduc, zones de transition, correspondent trois modes différents d'installation des stations, que nous allons successivement passer en revue.

(1) Voir le Génie Civil, tome X^I, n° 4, page 6.

Les stations souterraines ont, avons-nous vu, 15 mètres de largeur, en œuvre. Une voûte en maçonnerie de pareille ouverture aurait une

poutres transversales hautes de 0^m90. Des fers profilés servent à couvrir l'espace compris entre les colonnes et les murs latéraux.

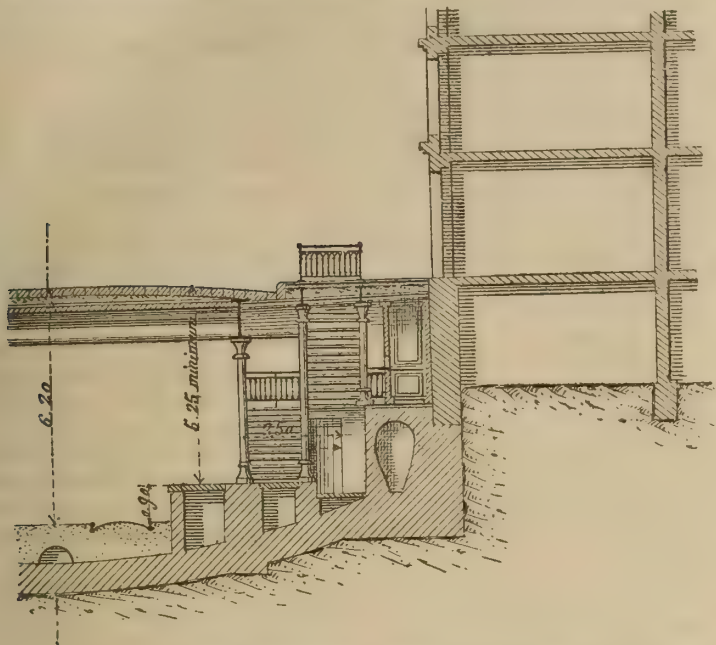


FIG. 1. — Station souterraine desservie par des escaliers débouchant sur le trottoir.

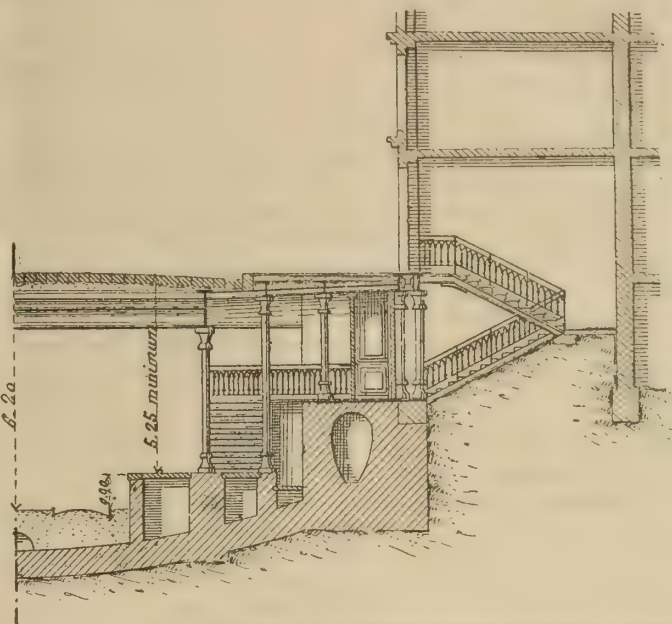


FIG. 2. — Station souterraine desservie par des escaliers débouchant dans une boutique.

flèche assez forte, et ses quais seraient ou placés trop profondément, ou écrasés par les retombées. La couverture au moyen de poutres métalliques et de voûtins en briques est donc une nécessité que l'on

Ce type exige une profondeur minimum de 6^m20 du rail au sol. Il peut, c'est là le cas le plus difficile qu'on puisse rencontrer, se loger dans une rue de 20 mètres, à la condition que les égouts soient

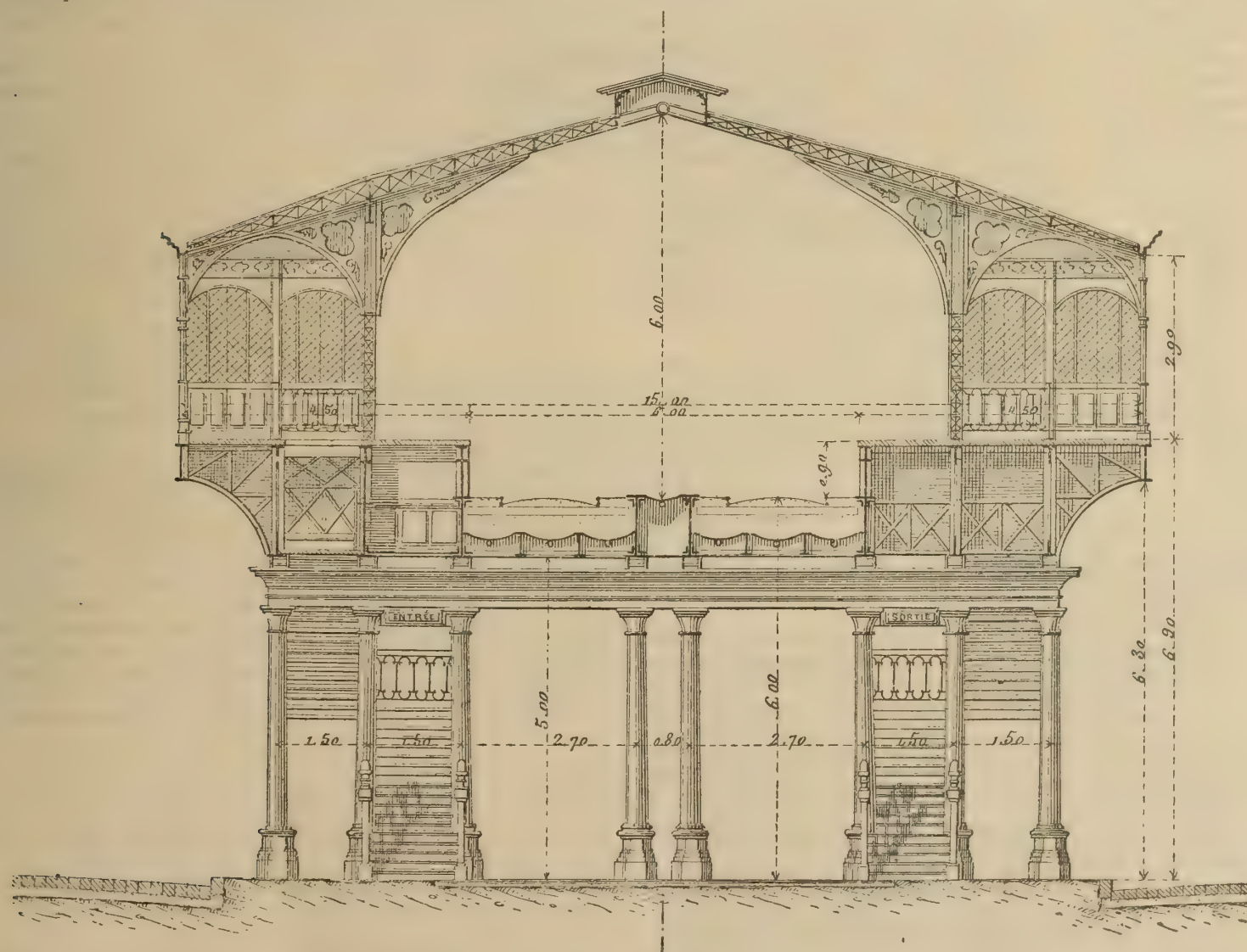


FIG. 3. — Type de station en viaduc.

n'a évitée qu'à Liverpool, où les stations voisines de la Mersey ont leurs rails à plus de 20 mètres de profondeur sous le sol des rues. Des colonnes établies de six en six mètres, sur deux files parallèles aux voies et distantes de 10 mètres, portent deux poutres longitudinales. A ces poutres et jetées de l'une à l'autre, s'assemblent des

réduits à leur plus simple expression et parfois logés dans l'épaisseur des murs latéraux.

Si, pour des causes locales, la profondeur des rails atteint 8^m40, on peut jeter une passerelle d'un quai à l'autre et avoir des escaliers d'accès et d'issue communs pour les deux quais. Cette disposition,

qui est la plus simple au point de vue des relations avec le jour, ne doit être qu'exceptionnellement employée, car les stations profondes sont d'un usage peu agréable pour le public. Pour les profondeurs moins fortes, une communication par-dessous les rails entre les deux quais pourrait permettre encore de réduire à deux en tout le nombre des escaliers débouchant sur la voie publique, mais cet expédient, coûteux là où la nappe d'eau est atteinte, n'aurait pas, à juste titre, la faveur du public français.

Le type de station souterraine dont il sera fait le plus souvent usage, celui qui répond le mieux aux exigences du public, implique une complète indépendance des deux quais, qui possèdent chacun un escalier d'accès et un escalier de sortie, et peuvent d'ailleurs ne pas être placés en face l'un de l'autre; faculté précieuse dans certains cas où l'espace fait défaut.

Les deux escaliers d'un quai peuvent être accolés à leur volée supérieure. Là où les lieux s'y prêtent, ils débouchent au jour dans un édifice d'une vingtaine de mètres superficiels. Mais dans une rue de 20 mètres, dont les trottoirs n'ont que quatre mètres de large, aussi bien que dans une voie monumentale comme l'avenue de l'Opéra ou la rue Rivoli, on ne saurait admettre que les trottoirs fussent encombrés ou les perspectives obstruées par une construction à demeure, si peu apparente qu'elle fût. Force est donc de placer les escaliers dans une boutique.

Heureusement, cette solution n'est pas une nécessité qu'on ne puisse momentanément éluder. Pour affecter une boutique à l'exploitation, dès le jour de l'ouverture, il faudrait l'exproprier, pour cela exproprier l'immeuble entier, et, vu la jurisprudence, indemniser tous ses locataires. Mais on pourra, ayant traité pour la location d'une boutique

qui supportent le viaduc en voie courante. On arrive ainsi à ne pas trop encombrer, ni en aspect, ni matériellement, le promenoir au-dessus duquel est installé le chemin de fer. Ce promenoir, (fig. 3), correspond à l'aménagement nouveau qu'on a projeté pour les boulevards de la rive gauche. Il n'a que 14 mètres de largeur, et, pour y loger la station, large de 15 mètres en œuvre, il a fallu placer les quais en encorbellement de 1^m40 sur les appuis extrêmes.

Les escaliers trouvent place entre les poutres qui constituent l'ossature de la station; un des paliers de l'escalier de départ sert à la distribution des billets.

La figure 4 donne enfin un exemple de station à quai central. Il s'agit d'une station située au-dessus du pont du Faubourg-du-Temple sur le canal Saint-Martin; mais dans d'autres, les voies, le quai et la marquise, sont supportés par des files de colonnes comme pour le type qui vient d'être décrit.

V. Aérage. — M. Le Châtelier estime qu'il serait imprudent d'écarter, pour l'exploitation du Métropolitain, un mode de traction qui n'ait pas encore fait ses preuves en grand. La machine électrique, ou toute autre, fournira sans doute une excellente solution dans l'avenir; mais à l'heure présente, on devra faire appel à la locomotive. Or le passage fréquent de la locomotive dans un souterrain implique l'assainissement de son atmosphère contaminée, non par la vapeur qui peut être presque entièrement condensée, mais par les produits de la combustion.

La dépense de combustible nécessitée par la traction des trains métropolitains sur leur réseau un peu tourmenté en plan et en profil, peut être évaluée, pour une vitesse commerciale de 18 kilomètres à

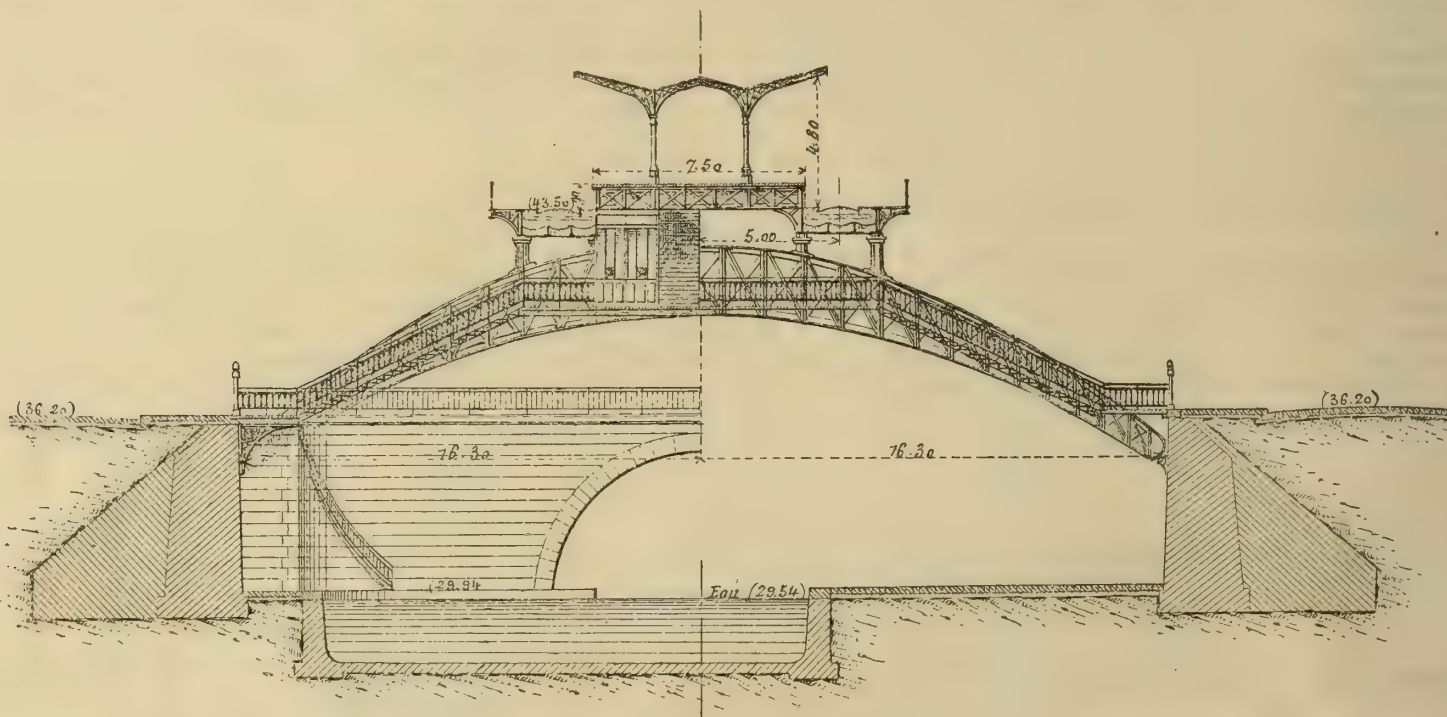


FIG. 4. — Station en viaduc, à quai central.

en vue d'y installer le service définitif dès qu'elle sera libre, réaliser un agencement provisoire, jusqu'à l'expiration du bail en cours, ou jusqu'au moment où on aura obtenu du locataire une résiliation amiable.

Les figures 1 et 2 montrent en quoi consiste cet agencement. Les deux escaliers, partant d'un quai, aboutissent à une plate-forme de 6 mètres sur 4^m90, établie en partie au-dessus du quai, et à un niveau tel que le dessous n'en soit pas soustrait à la circulation. Cette plate-forme loge l'installation nécessaire à la distribution des billets, et les escaliers accolés à aménager ultérieurement dans la boutique y auront leur point de départ. Des escaliers provisoires, susceptibles de coexister avec les escaliers définitifs, orientés parallèlement à la voie, et placés de part et d'autre de la plate-forme, débouchent sur le trottoir de la rue, dans une cage non couverte et simplement entourée d'une balustrade. Leur pente est portée à 3/2 et l'espace prélevé par chacun d'eux sur le trottoir mesure 1^m50 de largeur sur 4^m80 de longueur. Au-dessus de la plate-forme, le trottoir est supporté par un plancher métallique en fer Zorès, dont l'épaisseur peut être réduite à 0^m50.

Le type de station en viaduc (fig. 3) s'applique au cas où les voies sont maintenues à leur écartement normal. La largeur des quais y est la même qu'en souterrain. Les appuis de la charpente de couverture prennent la place des colonnes qui, dans le type souterrain, soutiennent le poutrage supérieur. On s'est appliqué à donner à ces stations un caractère accusé de légèreté; elles sont entièrement construites en fer et supportées par des colonnes groupées en deux files transversales de huit, dont quatre dans les alignements des colonnes

l'heure, à 15 kilogr. de houille de première qualité par kilomètre de parcours. Or, dans un foyer de locomotive, on peut, avec du soin, arriver à brûler en acide carbonique presque tout le carbone du combustible. Un kilogramme de houille exige pour cela une consommation d'air de 10 mètres cubes, qui sont restitués par la cheminée avec 1 600 litres d'oxygène convertis en acide carbonique sur les 2 400 qu'ils possédaient. Dans ces conditions, le passage d'un train dans une tranchée couverte, dont la section mesure 42 mètres carrés, introduirait

dans son atmosphère $\frac{15 \times 1,6}{42 \times 1000} = \frac{1}{1750}$ d'acide carbonique, en dés-

oxygénant les $\frac{15 \times 16 \times 10}{21 \times 42 \times 1000}$ soit $\frac{1}{370}$ de l'air emprisonné dans la

voûte du chemin de fer. Après le passage de 370 trains, correspondant à une exploitation moyennement intense de 10 trains par heure, dans chaque sens, pendant dix-huit heures et demie, il ne resterait plus trace d'oxygène. D'où nécessité évidente d'un renouvellement actif de l'atmosphère des tunnels.

Mais il n'est pas possible que le foyer de locomotive le mieux conduit envoie exclusivement à la cheminée de l'acide carbonique comme produit de la combustion. Toutes les fois qu'il y a fumée, et il y en a chaque fois qu'on recharge la grille, les produits de la combustion peuvent contenir jusqu'à 12 % d'oxyde de carbone. Les analyses décèlent la même proportion lors du stationnement des machines, quand le tirage n'est plus activé par l'échappement de la vapeur dans la cheminée. Des expériences suivies, faites il y a quelques années

par la Compagnie du Nord, et cette année même par celle de l'Est, montrent que, même pendant la marche, la proportion d'oxyde de carbone peut, à certains moments, atteindre accidentellement 5 %. D'ailleurs, ces expériences, faites en vue d'étudier l'utilisation du combustible, ne donnent, d'après leurs auteurs eux-mêmes, qu'une approximation de $\frac{1}{2}$ % pour la teneur en oxyde de carbone des prises d'essai, prélevées en pleine marche sur les produits de la combustion. Comme dans une longue série d'analyses, faites sur des prises d'essai consécutives, on trouve dans la colonne des teneurs en oxyde de carbone, généralement blanche, des chiffres épars de $\frac{1}{2}$, 1, 1 $\frac{1}{2}$ %, il est naturel de penser que la limite d'erreur de $\frac{1}{2}$ %, que comportent les analyses, ne dépasse pas de beaucoup la teneur normale des produits de la combustion en oxyde de carbone. Partant de ce chiffre, on trouve que le passage d'un train contamine l'air des tunnels, dans des conditions de conduite de foyer irréprochables, de $\frac{15 \times 10 \times 0,003}{42 \times 1\,000}$

$= \frac{1}{56\,000}$ d'oxyde de carbone, et dix fois plus en marche mal conduite.

Or, quelle est la limite admissible dans l'altération de l'air par les produits de la combustion? M. le professeur Charles Richet a bien voulu nous fournir à cet égard l'appréciation hautement autorisée qui suit :

« L'acide carbonique, ajouté à l'air dans une proportion de 2 %, ne saurait causer une gêne appréciable, même après un séjour prolongé; mais s'il est produit par une absorption de l'oxygène de l'air, si la présence de 2 % d'acide carbonique correspond à une perte d'oxygène de 2 % du volume de l'air, soit une diminution de $\frac{1}{10}$ de sa teneur en oxygène, l'air est insalubre, non parce qu'il est contaminé, mais parce qu'il est désoxygéné. L'oxyde de carbone est toxique; à la dose de 1 % il produit la mort en quelques instants. S'il existe dans l'air respiré à la dose de $\frac{1}{500}$, il est fixé dans le sang à son passage dans les poumons; au bout d'une heure, un adulte a un litre de sang empoisonné, et la mort n'est plus qu'une question de temps. A la dose de $\frac{1}{1\,000}$, la combinaison formée par le sang et l'oxyde de carbone se dissocie, et il est prouvé qu'un séjour, même prolongé, dans une atmosphère à semblable teneur est inoffensif; mais il n'est pas certain que la répétition de ce séjour ne puisse produire des troubles graves. »

En résumé, pour que les conditions d'existence du personnel des trains métropolitains ne soient pas funestes, il faut que l'air des souterrains contienne moins de $\frac{2}{100}$ d'acide carbonique et de $\frac{1}{1\,000}$ d'oxyde de carbone.

On doit conclure de là que, le passage de chaque train ajoutant $\frac{1}{1750}$ d'acide carbonique à l'atmosphère des tunnels, c'est-à-dire $\frac{1}{35}$

locomotives, du soufre, qui brûle à l'état d'acide sulfureux ou d'acide sulfurique, et dont la présence, parmi les produits de la combustion, s'affirme par une altération pénible et durable des muqueuses, après un séjour d'une heure seulement dans un souterrain à fréquentation intense.

L'extrême variabilité de la teneur des houilles en soufre et l'absence d'expériences physiologiques sur le degré de nocivité de l'air vicié par les produits de son oxydation, rendent tout calcul à cet égard absolument impossible, et l'on ne peut que s'en référer à la pratique, malheureusement fort rare, de la ventilation des tunnels de chemins de fer.

Ainsi, au tunnel de la Mersey, on a réglé empiriquement la ventilation sur la base de un renouvellement de l'air du tunnel pour quatre passages de trains, brûlant chacun 11^{kil} 25 de houille par kilomètre de parcours, ce qui, sur le réseau qui fait l'objet de cette étude, un peu plus dur à exploiter en raison du faible intervalle des stations, correspondrait à un renouvellement pour 3,3 passages des trains.

C'est ce coefficient tout empirique que M. Le Châtelier a adopté, et il l'a choisi parce que si les souterrains de Londres offrent l'infinie variété de désagréments dont on a tant parlé, celui de Liverpool est aéré de manière à satisfaire les poumons les plus délicats. Il exige que si 20 trains à l'heure dans chaque sens fréquentent les souterrains de Paris, comme ceux de Londres, l'atmosphère en soit renouvelée 12 fois à l'heure.

Comment peut être réalisé cet aérage intense? A Londres, on a eu recours, presque exclusivement, à des prises de jour établies après coup, soit latéralement avec assez d'ampleur, soit à la clef de la voûte avec les dimensions très exigües qu'autorisait l'installation de grilles dans la chaussée des rues. Les résultats sont médiocres. Les jours latéraux captent mal les produits de la combustion projetés à la clef de la voûte, et qui s'y tiennent tant qu'ils ne sont pas refroidis, c'est-à-dire dilués; ils n'évacuent qu'au moment où le train, s'en rapprochant, produit une surpression devant lui, puis ils produisent un appel une fois que le train est passé, laissant derrière lui une souspression. Il est impossible d'évaluer le volume d'air ainsi poussé par un train, mais il ne saurait évidemment être supérieur au volume engendré par le train lui-même dans son mouvement, et ce maximum ne répond pas aux exigences qui viennent d'être formulées. Les jours à la clef de voûte peuvent seuls avoir un effet intense, mais sous certaines conditions: destinés à capter les produits de la combustion encore chauds, ils doivent les attirer avant leur dilution; il leur faut, pour cela, être assez rapprochés, car la déclivité naturelle de la voûte, ou celle qui lui est donnée à dessein, doit être assez sen-

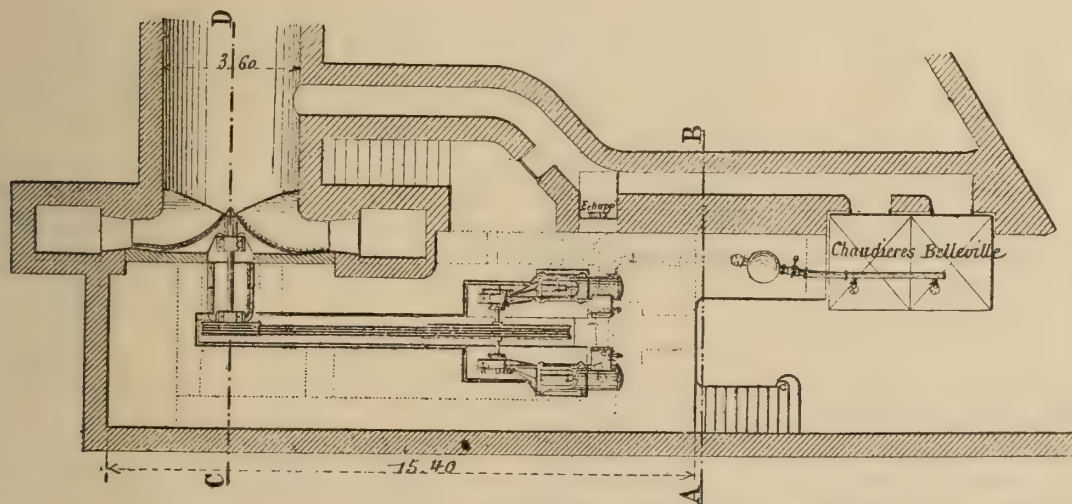
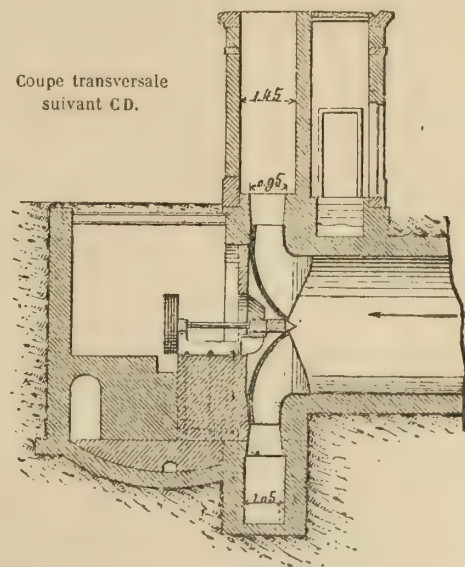


FIG. 5. — Plan et coupe d'une installation mécanique pour la ventilation des souterrains.



de la teneur limite, il faut qu'il soit suivi du renouvellement de $\frac{1}{35}$ de l'air inclus dans le tunnel, c'est-à-dire que cet air soit intégralement renouvelé après le passage de 35 trains.

Pareillement, au point de vue de l'oxyde de carbone, que chaque train pourrait introduire dans l'atmosphère, à une dose minimum de $\frac{1}{56\,000}$, si l'allure du foyer est parfaite, ou à une dose maximum de $\frac{1}{5680}$, si l'allure du foyer est mauvaise, il faudrait renouveler inté-

gralement l'atmosphère après 56 trains, dans un cas, ou après 5,6, dans l'autre, ces chiffres étant des maxima théoriques, à l'égard desquels la pratique doit réserver une marge de sécurité très large.

Mais les calculs qui précèdent ne tiennent pas compte d'un élément important, non pas au point de vue des dangers courus, mais au point de vue des désagréments subis; nous voulons parler de l'existence, dans les combustibles employés pour l'alimentation des

sible pour que les produits, dégagés par la combustion entre deux jours consécutifs, puissent, par l'effet de la gravité, gagner rapidement le plus élevé de ces deux jours. Il n'est évidemment possible d'ajouter les voûtes des tunnels, à intervalles réduits, que dans des régions particulières du tracé. Cela a été fait principalement à l'Esplanade des Invalides et dans les parties basses des Champs-Élysées; mais c'est là une solution d'espèce, qu'on ne saurait tenter d'appliquer systématiquement à Paris, même dans la mesure la plus restreinte, là où le chemin de fer est établi sous des rues.

La seule solution générale à laquelle on puisse recourir est la ventilation artificielle, et par artificielle il faut entendre mécanique⁽¹⁾, car si l'appel par foyer existe encore dans certaines mines anglaises, il y est progressivement remplacé par la ventilation mécanique, bien que

(1) Pour réaliser, au moyen d'une cheminée de 23 mètres seulement de hauteur, la ventilation qui sera demandée aux machines décrites plus loin, il faudrait y brûler vingt-cinq fois plus de charbon que sur la grille de ces machines.

les puits des mines tiennent lieu, gratuitement, des cheminées d'appel larges et démesurément hautes, qu'on devrait ériger à Paris.

La ventilation mécanique a été essayée sans conviction, ni attention, ni succès à Londres. A Liverpool, elle a fait merveille à grand prix. La discussion de ces solutions ne présenterait ici qu'un médiocre intérêt, car, au point de vue technique de la ventilation, l'Angleterre n'est pas en avance sur la France; mais, M. Le Châtelier ayant obtenu, pour l'étude de cette question, le concours d'un spécialiste des plus compétents, M. Murgue, dont le nom fait autorité en France et à l'étranger, je me bornerai à décrire les solutions étudiées par cet Ingénieur.

Le but de la ventilation mécanique est de balayer les souterrains par un courant d'air continu. L'existence de communications libres avec l'air extérieur, par les escaliers d'accès des stations, et, d'autre part, la nécessité de donner à celles-ci le maximum de pureté d'atmosphère, conduisent assez naturellement à y faire entrer le courant de ventilation, et, par conséquent, à diviser le chemin de fer en autant de sections de ventilation qu'il y a d'intervalles de stations, chaque station étant munie, en son milieu, d'une machine évacuatrice vers laquelle convergent deux courants d'air.

Le premier des deux projets que M. Murgue a étudiés, correspond à des circonstances où le ventilateur peut être installé à faible distance du souterrain et évacue directement. L'installation (fig. 5) se compose d'une salle des machines contenant deux générateurs Belleville, d'un détenteur de vapeur, de deux machines à vapeur à détente fixe et sans condensation, conjuguées sur un arbre de transmission qui actionne, par des cordes-courroies, l'arbre du ventilateur. La salle des machines attient au souterrain, ce qui permettra d'y amener le combustible par train spécial de nuit; l'échappement des machines et les produits de la combustion des générateurs sont envoyés dans le drift; la différence de pression entre l'intérieur du souterrain et le drift assure mieux qu'une cheminée, impossible à loger, le tirage nécessaire à la bonne marche du foyer.

Le ventilateur est une roue à axe horizontal de 5^m 20 de diamètre et de 1 mètre environ d'épaisseur. Actionnée d'un seul côté par le moteur, elle donne accès à l'air, du côté opposé, par une ouïe de diamètre égal à celui du drift, 3^m 60. Les lames de la roue appuyées sur un cône axial en fonte, à génératrices curvilignes, modifient à 90° la direction des filets d'air et les dispersent dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation. Les filets rencontrent, à la sortie de la roue, un diffuseur garni de lames fixes de 0^m 80 de longueur radiale, qui, dirigées suivant leurs vitesses absolues, forment entre elles des ajutages divergents et éteignent la vitesse dans des conditions favorables au rendement. A la sortie du diffuseur, l'air, ayant perdu sa vitesse, débouche dans la cage en maçonnerie de 15 mètres carrés de surface, qui contient tous les organes du ventilateur, et s'élève jusqu'à son ouverture libre, située à 5 mètres au-dessus du sol. Cette cage fait corps, dans sa partie en relief, avec le petit bâtiment où est logé l'escalier d'accès à la salle des machines; l'entrée en est munie d'une double porte d'éclusage, en raison de l'existence permanente d'une dépression dans le souterrain.

Le calcul des machines montre que le travail moteur, pour douze renouvellements horaires, serait :

Pour une longueur de drift nulle, de Chevaux	11,5
— de 100 mètres, de	20

Les parties du tracé situées dans des quartiers luxueux, dans l'avenue de l'Opéra, par exemple, ne sauraient comporter d'installations aussi ramassées que celle qui vient d'être décrite, mais l'observation qui précède montre que, sans augmenter d'une manière inadmissible la dépense en force motrice, on peut placer l'évacuation à distance du chemin de fer.

En beaucoup d'endroits, on trouvera, dans un rayon de 100 mètres à partir du branchement du drift sur le souterrain, des emplacements utilisables et susceptibles d'être reliés au chemin de fer par une galerie guère plus encombrante qu'un égout. Mais il serait fâcheux que la salle des machines ne pût être maintenue au contact du chemin de fer, qu'il est naturel d'utiliser pour l'approvisionnement du combustible; d'autre part, il est bien probable que, dans certains cas, il sera nécessaire d'évacuer les produits de la combustion dans une cheminée dépassant le niveau des toits.

C'est à cette double préoccupation que répond le second projet préparé par M. Murgue.

Le ventilateur n'est plus du type centrifuge, mais du type à impulsion directe. Il n'a plus pour but d'aspirer seulement l'air du souterrain pour le laisser s'échapper directement dans l'atmosphère, il doit l'y envoyer par un conduit vertical puis horizontal; il lui faut, par conséquent, produire à la fois une dépression à l'amont et une surpression à l'aval. Les conditions générales d'installation de l'usine sont les mêmes, mais le drift, réduit à sa plus simple expression, est prolongé au delà de la roue par la galerie d'évacuation; l'air n'a donc pas à subir d'inflexion dans le sens moyen de son parcours au travers du ventilateur, et les dispositions, tant de la roue que du diffuseur, sont essentiellement différentes de celles qui viennent d'être décrites.

La roue est ici une couronne circulaire dont les diamètres extérieur et intérieur sont respectivement de 5^m 20 et 3^m 20. Le noyau central qui ne donne pas passage à l'air est occupé par les transmissions, logées dans une chambre tronconique en tôle qu'on pourrait utilement, au point de vue de la direction des filets d'air, munir d'une poupe et d'une proue.

Le travail moteur calculé est, pour un drift de longueur nulle, de Chevaux	14
Pour un drift de 100 mètres de longueur	20

Il résulte de ce qui précède que, pour accumuler toutes les précautions imaginables, pour être en mesure de répondre aux exigences les plus excessives du public, il faudrait, en vue de l'exploitation au maximum d'intensité, créer entre deux stations souterraines consécutives une usine de 20 chevaux, occupant souterrainement une surface de 200 mètres carrés environ, et établir, soit au niveau du sol, soit en relief à hauteur des maisons, une cheminée d'une quinzaine de mètres carrés de section, reliée au souterrain par un conduit de pareilles dimensions et long de 100 mètres au plus.

Les dépenses de premier établissement correspondantes peuvent aisément être supputées; une seule échappe au calcul, la valeur du terrain à occuper pour loger la cheminée haute ou basse. Dans bien des cas, des emplacements pour les cheminées basses pourront, moyennant redevance, être trouvés dans les squares ou dans les dépendances de la voie publique. Quelques-unes des cheminées hautes pourront être logées dans les édifices publics. Mais il faudra, pour l'obtenir, passer par des négociations de détail assez épineuses, et il convient d'admettre que pour certains ventilateurs, aucune parcelle du domaine public ne pourra être trouvée ou obtenue, qui puisse contenir une cheminée de 20 mètres de hauteur et de 5 mètres de diamètre. Dans ce cas, on devra en demander l'emplacement à la propriété privée, soit au milieu d'une grande cour, soit par prélèvement d'une pièce à chaque étage d'un immeuble; on le trouvera assurément par voie de concurrence entre les propriétaires des immeubles voisins. Ce n'est évidemment qu'une question de prix et, pour ce chapitre comme pour tous les autres, les prévisions de M. Le Châtelier sont établies très largement.

VI. Conclusions. — Les indications qui précèdent suffisent à montrer dans quel esprit M. Le Châtelier a étudié son projet.

Sa préoccupation dominante a été de chercher à résoudre les problèmes très variés que soulèvera l'exécution du Métropolitain, et dont quelques-uns n'avaient pas encore été l'objet d'une étude approfondie, et les solutions qu'il propose, si elles ne sont pas adoptées, pourront néanmoins servir de point de départ aux études définitives.

Il est intéressant de faire connaître maintenant le résultat de ses estimations tant du coût d'établissement que de la dépense d'exploitation.

La dépense kilométrique d'établissement est évaluée à 6 millions pour l'ensemble du réseau, soit, pour ses 23 kilomètres, à 140 millions. Ce chiffre ne contient que très peu d'expropriations; cependant il dépasse sensiblement ceux auxquels sont arrivés la plupart des auteurs de projets: c'est là une preuve nouvelle, qu'en approfondissant l'étude des détails, on accroît les prévisions de dépenses.

Les budgets d'exploitation ont été dressés avec le concours d'Ingénieurs de chemins de fer particulièrement compétents, en admettant diverses hypothèses d'activité, en supposant, par exemple, que le nombre des trains à l'heure, dans chaque sens, pourrait varier entre les limites suivantes :

	Minimum.	Maximum.
Entre l'Opéra et la Bastille (par l'Hôtel-de-Ville) . . .	8	20
— (par la rue Lafayette) . . .	8	16
Entre la Porte-Maillot et l'Opéra	4	12
Entre la Bastille et les Champs-Élysées (par la rive gauche)	4	6

et en étudiant pour chacune de ces suppositions extrêmes une marche de trains. Les résultats finaux de cette très longue étude sont une prévision de dépenses de 5,4 millions au minimum et de 8,2 millions au maximum, pour l'exploitation du réseau complet.

A. FLAMANT,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

PHYSIQUE

LE BAROMÈTRE A EAU DE LA TOUR SAINT-JACQUES

L'idée première de construire des baromètres à grande échelle revient à Blaise Pascal. On se souvient que ce célèbre physicien ayant eu connaissance par le Père Mersenne des expériences de Torricelli, les répéta à Rouen, où il habitait alors, d'abord avec un tube de mercure, puis avec des tubes de différents diamètres et hauteurs qu'il emplait de différents liquides. Le principal de ces baromètres fut celui

qu'il édifia en 1616 dans la cour d'une verrerie du faubourg Saint-Sever, à Rouen; le tube avait 46 pieds et était plein d'eau mélangée de vin. Mais les difficultés que ces instruments présentaient dans leur construction étaient telles qu'on renonça à leur emploi.

Aussi, depuis cette époque, les tentatives pour construire de grands baromètres furent-elles peu nombreuses; nous signalerons néanmoins le baromètre à eau que le professeur Daniell établit, en 1830, pour la Société Royale de Londres, et celui que M. H. Jordan installa en 1870 à l'observatoire de Kew. Ce dernier était à cuvette et l'eau était remplacée par de la glycérine, dont la plus grande densité nécessitait

que la température est plus élevée. Pour remédier à cet inconvénient, dans le baromètre que nous venons d'installer au Laboratoire d'études physiques de la tour Saint-Jacques, nous avons recouvert la surface de l'eau d'une couche d'une huile spéciale, ce qui empêche l'évaporation.

Cette couche d'huile donne lieu à la formation de ménisques concaves ou convexes, suivant que le baromètre monte ou descend, ce qui, à première vue, permet de se rendre compte du mouvement de la pression atmosphérique.

Dans le baromètre de Kew, M. Jordan préservait la glycérine du contact de l'air à l'aide d'une mince couche de naphte, mais nous croyons l'huile que nous avons employée préférable, car nous l'avons essayée sur des liquides volatils tels que l'éther, et n'avons pas constaté d'évaporation sensible.

Le tube que nous avons employé a 12^m 65 de hauteur et 2 centimètres de diamètre; il est d'une seule pièce et a été transporté à bras d'hommes de Saint-Denis jusqu'à la tour Saint-Jacques, avec les plus grandes précautions. On l'a fait pénétrer par une ouverture pratiquée à la partie inférieure de la tour.

Ce tube est adossé à une planchette haute de 13 mètres et large de 20 centimètres (fig. 1); en outre, une autre planchette de même largeur supporte un second tube haut seulement de 2 mètres; un tube de cuivre en forme d'U réunit les deux branches de verre. La lecture des observations ne pouvant être faite comme dans tous les baromètres ordinaires, c'est dans le second tube que s'observent les variations. Sur la planchette de droite est disposé le vernier (fig. 2) ainsi que l'aiguille indicatrice (fig. 3).

La partie la plus importante de ce travail a été le remplissage proprement dit. On a d'abord rempli complètement le petit tube, qu'on a alors bouché; puis on a rempli le grand, et on a fermé le tube par un bouchon de métal entouré d'un cylindre de caoutchouc, pour éviter le contact du métal et du verre. Dans ce bouchon, on avait disposé un tube d'étain long d'une vingtaine de centimètres, qui a été rempli avec de l'huile. En aplatissant l'extrémité du tube d'étain, on avait ainsi un tube entièrement plein; il suffisait d'ouvrir le bas pour voir le niveau s'établir seul. La fermeture du haut (fig. 4) a été rendue plus hermétique par un scellement à la cire et un capsulage.

Les observations que ce baromètre permet de faire sont des plus intéressantes, et c'est surtout à l'approche des orages qu'il est curieux de les consulter.

Le tube de gauche sur le dessin est celui d'un baromètre à glycérine qui est actuellement en préparation et qui enregistrera automatiquement la pression; il est fixé à côté de celui à eau.

JOSEPH JAUBERT,
Directeur du Laboratoire d'Études physiques
de la Tour Saint-Jacques.

CORRESPONDANCE

L'EXPOSITION DE 1892 AUX ÉTATS-UNIS

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

La lettre de M. Rossi relative au projet d'Exposition universelle en 1892 aux États-Unis, qui a été publiée dans le *Génie Civil* du 26 octobre (1), nous inspire quelques réflexions que nous croyons intéressantes de soumettre à nos lecteurs.

A l'occasion du quatrième centenaire de la découverte de l'Amérique, une exposition universelle doit avoir lieu de l'autre côté de l'Atlantique, et plusieurs villes ont réclamé l'honneur de cette grande manifestation. Washington, comme siège du gouvernement fédéral, demandait à être choisie; mais les ressources de la ville, absolument insuffisantes, ont fait, dès l'origine, condamner ses prétentions. Saint-Louis s'est mis sur les rangs sans plus de succès, et aujourd'hui on n'hésite plus qu'entre New-York et Chicago.

De New-York nous ne dirons rien, et M. Rossi a plaidé habilement la cause de la grande cité. Toutefois, l'examen même du projet permet de le juger, et il est clair, pour ceux qui connaissent la ville, que la solution proposée est loin d'être satisfaisante. Les difficultés d'exécution, l'éloignement de l'emplacement choisi (le seul disponible), les chaleurs torrides de l'été à l'embouchure de l'Hudson, sont autant d'objections dont il faut tenir compte.

Chicago, bâtie sur la rive sud-ouest du lac Michigan, a joui, jusqu'à présent, d'une prospérité incroyable, qui va tous les jours en augmentant. Rien n'est plus éloquent que les chiffres, et le tableau ci-dessous est des plus édifiants :

	Habitants		Habitants
Population en 1830	70	Population en 1865	178.900
1840	4.853	1870	298.977
1845	12.088	1880	503.185
1850	29.963	1885	727.000
1855	60.627	1887	750.000
1860	112.172	1889	1.100.000

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 26, p. 629.

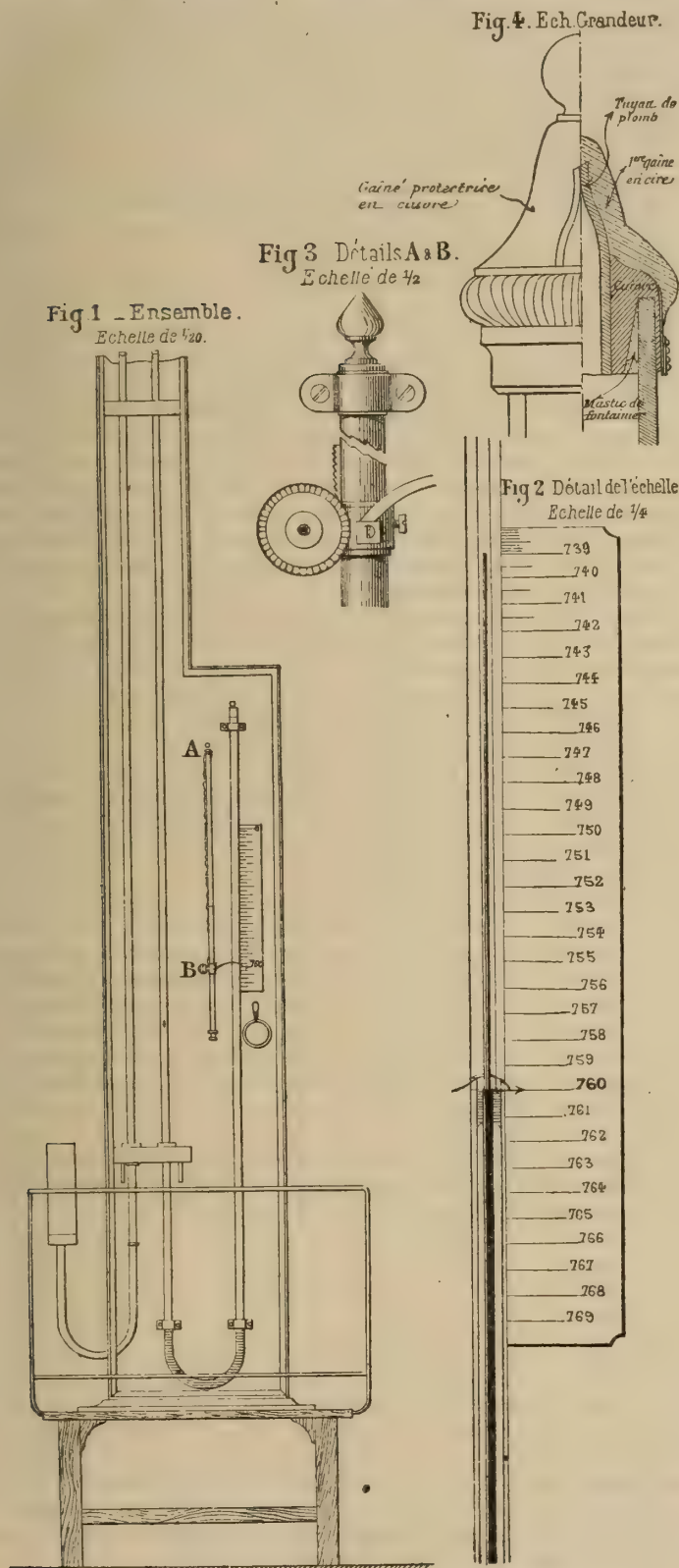


FIG. 1, 2, 3 et 4. — Baromètre à eau de la Tour Saint-Jacques.

une moindre hauteur; en effet, la glycérine étant prise à 1,26 de pesanteur, donnait pour le baromètre de Kew un minimum de 8^m 22.

Enfin, en 1886, un négociant de New-York, M. Zophar Mills, a fait établir chez lui un baromètre à glycérine.

Parmi tous les liquides propres à faire des baromètres, l'eau nous a paru l'un des plus pratiques, principalement à cause de sa plus grande facilité pour l'emplissage du tube. Par contre, ce liquide présente le défaut de se vaporiser à la température ordinaire; la vapeur d'eau qui se forme alors dans la chambre barométrique agit sur le niveau du liquide et, pour une même pression, le maintient d'autant plus bas

Ajoutons, pour expliquer le dernier chiffre, qu'actuellement la ville comporte de nouvelles limites.

N'oublions pas qu'en octobre 1871, Chicago éprouva un des plus grands désastres dont l'histoire fasse mention. Un incendie terrible dévora une grande partie de la ville : 862 hectares furent dévastés par les flammes ; les pertes se montèrent à près d'un milliard de francs. La cité avait alors 300 000 habitants, et en moins de 18 ans, ce chiffre a plus que triplé.

Chicago, « la reine des lacs », se trouve à peu près à la même distance de New-York, du golfe du Mexique et des Montagnes Rocheuses. C'est la grande métropole de l'Ouest, le centre du commerce du bassin du Mississipi, si riche et si varié dans ses productions. L'ensemble des lacs donne au port une importance exceptionnelle. En 1889, les mouvements comportèrent environ 23 000 navires, tonnait ensemble 9 000 000 de tonnes, trafic qui ne comporte pas seulement le commerce des lacs. En effet, par le canal de Welland et le Saint-Laurent, des bateaux, tirant de 12 à 15 pieds, peuvent partir du Michigan et arriver en Europe. De plus, par un système de rivières et de canaux, le lac communique librement avec le Mississipi, qui n'est distant de Michigan que d'environ 225 kilomètres.

Quant aux moyens de communication par terre, ils sont abondants. Plus de trente lignes rayonnent autour de Chicago, qui se trouve ainsi une merveilleuse « tête de ligne ». Les divers réseaux ont une importance extrême. Si quelques-uns n'ont que 900 ou 1 000 kilomètres de développement, d'autres dépassent 10 000 kilomètres. Le nombre des trains arrivant aux gares, ou les quittant, atteint quotidiennement huit cent cinquante.

Si de semblables travaux ont été faits, c'est qu'ils correspondaient à des besoins impérieux et à une augmentation sans cesse croissante de la ville, qui couvre aujourd'hui une superficie de 46 000 hectares, et dont la population atteint le chiffre de 1 400 000 âmes.

Quoique la ville soit jeune, elle possède un ensemble de constructions qui ne laissent rien à désirer. Les édifices publics ou privés sont dignes d'attirer l'attention, depuis le *Palmer Castle* jusqu'à l'*Auditorium*, dont la salle de concert peut contenir 5 000 personnes et dont la construction a coûté 15 millions de francs. Ajoutons que de toutes les villes américaines, Chicago présente la physionomie la plus caractéristique et la plus saisissante, avec ses larges rues, ses boulevards, ses parcs, ses maisons élégantes, dont l'aspect surprend et étonne, car l'esprit reste bientôt pénétré de cette vérité que l'architecture a trouvé une voie nouvelle.

Voici, d'autre part, quelques renseignements statistiques des plus concluants et relatifs à 1888.

Les entrées de grains de toutes sortes ont dépassé 66 millions d'hectolitres et les réexpéditions ont atteint 56 millions d'hectolitres. La capacité des magasins est de 41 millions d'hectolitres.

Le commerce des animaux a compris :

4.938.413 porcs.	} Valant 911 millions de francs.
2.611.543 bêtes à cornes.	
1.515.014 moutons.	
55.333 chevaux.	

En 1888, 2 400 établissements industriels étaient en activité, occupant 132 000 ouvriers. Le capital était de 585 000 000 de francs et les salaires atteignaient 370 000 000 de francs (2 800 francs par tête). Quant à la valeur des produits manufacturés, elle dépassait deux milliards de francs.

Deux mille professeurs instruisent cent mille élèves, répartis dans plus de cent écoles.

Les opérations de banque dépassent annuellement quinze milliards de francs.

Plus de 5 000 maisons ont été construites en 1888, et leur coût a atteint cent millions de francs.

Nous ne pousserons pas plus loin cette énumération, et nous nous bornerons à dire un mot de la situation financière de la ville au 1^{er} juillet 1887.

La dette totale se montait à environ 63 000 000 de francs. Or, la population étant à cette époque d'environ 800 000 habitants, on voit que ces chiffres correspondent à moins de 80 francs par tête.

Pour comparer les situations financières des principales villes de l'Union, nous donnons le tableau suivant, bien qu'il remonte à 1880 :

	Population (1880).	Dette (1880).	Dette par tête.
New-York. . . .	1.206.299	547.000.000 francs.	450 francs.
Philadelphie. . .	847.170	271.000.000 —	320 —
Brooklyn	566.663	190.000.000 —	335 —
Chicago.	503.185	64.000.000 —	127 —
Boston.	362.839	141.000.000 —	389 —
Saint-Louis . . .	350.518	114.000.000 —	323 —

Dans ce tableau, Chicago est privilégiée, et la situation, depuis lors, n'a fait que s'améliorer.

En 1887, l'actif de la ville comprenait :

Eaux.	54.656.980 francs.
Espèces.	11.322.660 —
Taxes.	26.342.045 —
Propriétés	45.097.045 —
En banque	1.959.040 —
TOTAL.	139.377.770 francs.

Quant aux commodités de transport, elles sont grandes, tant en raison de nombreux chemins de fer de banlieue, qu'à cause des tramways à câble ou à chevaux qui sillonnent la ville. Les installations électriques sont également importantes ; le réseau téléphonique est des plus développés et les lampes à arc ou à incandescence viennent la nuit au secours du gaz pour éclairer les rues.

Disons, en passant, que les voies sont fort belles ; quelques-unes d'entre elles atteignent jusqu'à 60 mètres de largeur. Les parcs, au nombre de sept (Lincoln, Humboldt, Garfield, Douglas, Washington, Jackson, Oakwoods), ont une superficie de plus de 800 hectares.

Telle est la ville qui dispute à New-York l'honneur de faire la grande exposition de 1892.

Le débat étant circonscrit entre ces deux villes, quelle est la plus avantageusement située ?

Si de Jacksonville (Floride) à Cleveland (Ohio), sur les bords de l'Erie, on tire une ligne droite, cette ligne représente assez bien l'alignement des points équidistants de New-York et de Chicago. Tout le pays situé à l'ouest de cette ligne sera donc plus près de la dernière de ces deux cités. On voit tout d'abord quelle supériorité est assurée à la métropole des lacs, et cela résulte d'un simple coup d'œil jeté sur la carte ci-jointe (fig. 1). Que si on se livre au recensement des deux zones établies comme nous venons de le faire, le résultat est le même. Vingt millions d'habitants vivent dans la région orientale et préfèrent New-York ; quarante millions d'hommes, peuplant la seconde zone, favoriseront sa rivale.

Un des principaux avantages que l'on rencontre sur les bords du Michigan résulte du climat. N'oublions pas que la grande fête internationale doit commencer avec le mois de mai et prendre fin avec octobre. Or, pour qui connaît New-York, il est évident qu'une chaleur excessive est à redouter pendant juin, juillet et août, inconvénient qui n'existe pas à Chicago, où l'été est délicieux.

Dans une république fédérative comme celle des États-Unis, où l'on cherche à équilibrer les influences, il semble que l'exposition devrait avoir lieu dans l'Ouest. En effet, l'Est avec Philadelphie, le Sud avec la Nouvelle-Orléans, ont eu chacun leur tour. L'Ouest prétend donc, avec justice, être favorisé cette fois-ci.

Les riverains de l'Atlantique soutiennent que Christophe Colomb était un marin, et qu'un pays maritime peut seul convenablement fêter le quatrième centenaire de la grande découverte. A cela on répond que l'immortel Génois n'a pas plus navigué dans les eaux de Long-Island que sur celles des grands lacs, et on peut ajouter qu'un rivage n'a de valeur que par les pays qui sont en arrière. La vallée du Mississipi, au point de vue agricole et commercial, les Montagnes Rocheuses au point de vue minier, font la richesse des États-Unis, et il semble équitable d'accorder satisfaction à des réclamations si raisonnables.

Citons un passage d'une adresse rédigée en faveur de Chicago :

« Lorsque la déclaration d'indépendance fut fêtée, on choisit Philadelphie ; lorsque l'inauguration de Washington fut célébrée à New-York, ce fut d'un accord commun, parce qu'il y avait une relation historique entre les événements et les emplacements. Colomb n'a pas plus découvert New-York, Washington ou Saint-Louis que Chicago. Il ne connut point l'Amérique du Nord, si ce n'est par intuition. Puisqu'il n'y a, aux États-Unis, aucune relation entre le sol et les découvertes de Colomb, la question suivante se pose : Pourquoi célébrer la découverte de l'Amérique, après avoir négligé de le faire pendant trois cents ans ? N'est-ce pas parce que les résultats économiques de ce siècle ont poussé l'Europe hésitante à se joindre à l'Amérique pour proclamer les bienfaits qui partent de ce continent pour se répandre sur le monde entier ? L'Amérique reconnaît que la cause en est le « Grand-Ouest ». Sans ce développement, les villes de la côte Atlantique seraient encore des hameaux ; les reines des rivières, des lacs et des montagnes ne seraient pas nées.... »

« L'absurdité d'avoir l'exposition ailleurs que dans l'Ouest est si évidente, qu'il est intéressant de chercher pourquoi on a eu une semblable idée. Cela vient probablement d'une confusion, de cette vieille croyance qu'un littoral est plus accessible aux étrangers qu'une ville de l'intérieur, et de cette théorie que le succès financier d'une Exposition dépend de l'arrivée des visiteurs venant d'outre-Océan. Il est vrai que certains étrangers peuvent attendre New-York plus facilement que Chicago, mais cela est faux pour les Chinois, les Japonais, les Mexicains, les Canadiens, les Américains du Sud, les Asiatiques, aussi bien que pour les Européens qui débarquent à Québec, Montréal, Boston ou la Nouvelle-Orléans. »

Quant aux hôtels, ils sont vastes et bien aménagés; leur capacité

Si l'Exposition a définitivement lieu à Chicago, il est à espérer que



FIG. 1. — Carte indiquant le chiffre estimatif de la population des divers États de l'Union pour l'année 1889.

La nouvelle exposition doit être une nouveauté pour l'Amérique. Jusqu'à présent, en effet, ces manifestations avaient affecté un caractère

Veuillez agréer, etc.

G. MOREAU,
Ingénieur civil des Mines.
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

L'autographe électro-dynamique.

En supposant la sphère suspendue au-dessus de l'électro-aimant, si l'on tord simplement le fil de suspension entre les doigts sans faire varier la verticale, et qu'on l'abandonne ensuite à elle-même, la sphère se met *proprio motu* à tourner en sens inverse du mouvement imprimé, sans quitter la verticale. Mais si, une fois ce mouvement de rotation commencé, on fait passer un courant électrique, la sphère vient se mettre immédiatement à tracer derrière une ellipse dont l'excentricité dépendra, non seulement de l'intensité du champ magnétique, mais encore de la distance de la sphère à chacun des deux pôles. La sphère inscrira alors, au fur et à mesure, sous la forme d'une courbe qu'on peut fixer ou photographier, le procès-verbal graphique de l'opération.

La démonstration de ce fait prouve que l'électro-aimant peut, par induction, obliger une sphère qui oscille librement à sa portée à garder, sinon même à prendre un mouvement orbiculaire.

M. Zenger en a donc conclu que la gravitation n'est autre chose qu'une forme de l'action électro-dynamique.

Travail moléculaire dans les gangues hydrauliques en voie de solidification.

En suivant avec attention la solidification des produits hydrauliques, on est amené à admettre que le durcissement est généralement accompagné d'un travail moléculaire qui, fréquemment, produit le fendillement apparent, mais qui, le plus souvent, est la cause d'une diminution sensible de la résistance ultérieure à la traction.

Dans la catégorie des chaux (indice compris entre 0,20 et 0,40), le phénomène se produit dans le cas d'une cuisson très intense. Dans la catégorie des portlands, le phénomène a lieu lorsque l'indice est trop faible, et, si l'indice est convenable, lorsque la cuisson est insuffisante.

Il résulte des belles études de M. Bonnami que le travail moléculaire est dû au foisonnement de la chaux provenant de la décomposition lente des sels trop basiques.

Pour reconnaître s'il y a travail moléculaire au début, les devis pour travaux à la mer prescrivent de placer la pâte sur une lame de verre et d'immerger le tout ; la plaque ainsi formée ne doit présenter ni gerçures ni fendillements.

On obtient, d'après M. Bonnami, des résultats beaucoup plus sûrs en confectionnant une boule d'environ 8 centimètres de diamètre, qu'on serre dans un linge en forme de nouet et qu'on immerge ; un séjour de 4 ou 5 jours à l'air sec, suivi d'une immersion complète, paraît être le cas qui favorise le plus l'apparition des fendillements.

Les effets apparents du travail moléculaire sont beaucoup moins sensibles dans les mortiers que dans les pâtes pures ; cela tient à l'excès d'eau qu'on doit introduire pour obtenir la consistance d'emploi, et à la faible quantité de matière expansive par rapport au volume total du mortier.

On peut apprécier l'expansion d'une gangue au moyen d'un tube de verre VV terminé par une poire B en caoutchouc (fig. 1). On remplit l'appareil de mercure et, immédiatement après gâchage, on introduit la poire dans la gangue. Les oscillations de la colonne mercurielle indiquent les contractions de la poire. Un petit tube conique en métal, fermé à la partie inférieure et rempli de mercure, plonge dans la gangue ; le thermomètre T qui plonge lui-même dans le mercure, indique la température intérieure et permet de faire les corrections, qui sont habituellement négligeables avec les produits à prise lente et demi-lente.

On peut ainsi suivre pendant des mois l'allure du travail sur des produits conservés à l'air ou sous l'eau, et comparer aux mêmes époques les résultats obtenus au moyen de cet expansomètre avec ceux fournis par les essais à la traction.

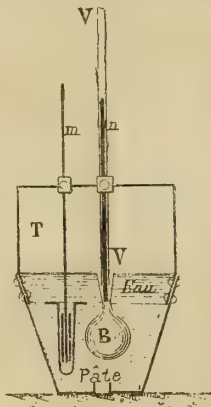


FIG. 1.

Projet d'éclairage électrique à Yokohama.

La presse japonaise annonce que deux projets d'éclairage électrique pour la ville de Yokohama ont été récemment soumis à l'approbation du gouverneur.

Un de ces projets, émanant de M. Fukushima, propose d'éclairer la partie de la ville connue sous le nom de Kwangai, et l'autre, présenté par M. Takashima, comporte l'éclairage du reste de la ville : Kwannai, Takashimacho et Kanagawa.

Comme ce dernier projet embrasse l'éclairage de presque toute la ville, le gouverneur a décidé de demander l'avis de l'édilité de Yokohama avant de prendre aucune décision.

Création d'un réseau de chemins de fer en Chine.

Le *Génie Civil* (1) a parlé, à plusieurs reprises, de l'installation d'une ligne de chemin de fer en Chine, reliant Tientsin à l'habitation du vice-roi, et du décret impérial interdisant, à la suite de l'incendie considérable qui a détruit une partie du palais à Pékin, toute concession d'établissement de chemin de fer : les astrologues de la cour, consultés, avaient, en effet, déclaré que le dragon de feu qui personnifie l'empire chinois avait très certainement eu une de ses cinq pattes écrasée par un des chemins de fer récemment installés.

Il paraît cependant que le gouvernement central de Pékin vient de décider la construction d'un réseau étendu de chemins de fer dans tout l'Empire. On annonce même que, pour procurer le capital nécessaire à cette vaste entreprise, six syndicats de négociants chinois ont été formés et qu'ils y contribueront chacun pour dix millions de taels.

Deux de ces syndicats auraient déjà remis 500 000 taels au gouvernement de Kiang-Su, comme garantie d'engagement.

Il sera créé quatre lignes principales, auxquelles viendront correspondre d'autres lignes moins importantes.

La première, la ligne du *Nord-Est*, passera de Kai-Ping ou Lutaï, station finale du chemin de fer actuel Kai-Ping Tientsin, à Schankai-Kwan (le bout est du grand mur), et, de là, par la basse Mantschurie, à Kizin. Si le capital est jugé suffisant, cette ligne sera continuée jusqu'à Huen-Tsuen, la ville la plus importante sur l'Amur, avec une autre ligne se dirigeant à Ninguta, dans la haute Mantschurie.

La deuxième, la ligne *Sud-Nord-Ouest* sera dirigée de Tientsin en direction sud à Tsinaufu, capitale de Schantung, en passant par Tsing Tchiangpu, à Nanking ou Tschinkiang, ces deux points situés sur la rivière Yangtze.

La troisième ligne sera celle du *Nord-Ouest*, qui partira de Tientsin à Kaifenghu, capitale de Honan, de là à Singam, capitale de Shensi Lantschaufu, capitale du Kansu, station finale de la ligne.

Enfin, la quatrième ligne sera celle de l'*Ouest*, pour la construction de laquelle le gouverneur général des provinces de Kansuh et Shensi, conjointement avec le gouverneur du Turkestan chinois, procurera les fonds nécessaires.

Le marquis Tseng, l'ancien ambassadeur, a été, paraît-il, nommé directeur général des chemins de fer du Céleste Empire.

Construction de l'hôpital de Giens.

L'Administration des hôpitaux de Lyon avait décidé qu'un hôpital destiné aux enfants scrofuleux des deux sexes serait créé, sur le bord de la mer, dans la presqu'île de Giens, département du Var.

Les travaux de ce grand établissement, qui ne comprendra pas moins de quatre cents mètres de façade, viennent d'être commencés.

La construction se composera de six pavillons s'échelonnant sur la même ligne en face de la mer, trois pour les garçons, trois pour les filles. Au milieu, une grande piscine alimentée par l'eau de mer préalablement chauffée, permettra aux enfants de suivre le traitement hydrothérapique en hiver. Un peu en arrière s'élèvera le bâtiment central ayant cinquante mètres de façade pour le personnel et l'Administration. A droite et à gauche seront élevés deux pavillons d'isolement destinés aux malades atteints d'affections contagieuses. Enfin, on construira l'église de l'hôpital pour laquelle une somme de 50 000 francs a déjà été offerte.

Percement d'un Canal dans l'isthme du Holstein.

Les travaux d'excavations du canal qui traversera l'isthme du Holstein se poursuivent avec une grande activité. Du côté de la mer Baltique et dans les terrains inondés qui bordent les estuaires de l'Elbe et de la Gideleau, ils sont très avancés. Le travail ne s'effectue pas cependant sans de nombreuses difficultés, causées par les inondations et les vents d'ouest.

Actuellement, le tracé du canal entre l'amorce de la mer du Nord et l'amorce de la Baltique est indiqué par un chemin de fer provisoire. De nombreux ouvriers ont été recrutés dans diverses parties de l'Europe pour hâter les travaux ; à Grünthal, le point culminant de l'isthme, il y en a plus de six cents. On construira là un pont métallique d'une grande portée, qui doit livrer passage à la route et au chemin de fer de Neumunster à Heide.

Ce n'est certainement pas avant 1890 que ce canal pourra être terminé, quelque diligence qu'on y apporte, et les cuirassés garde-côtes destinés à le protéger seront certainement achevés avant qu'il soit en état de les porter.

Imperméabilisation des murs en briques.

D'après la *Wiener Gewerbezeitung*, on peut rendre les murs en briques imperméables à l'eau, en les badigeonnant alternativement avec une solution de 300 grammes de savon dans un litre d'eau, et une solution de 200 grammes d'alun dans quatre litres d'eau. Les murs doivent être parfaitement secs et nettoyés. On applique d'abord, avec un pinceau plat, la première solution bouillante, et, lorsque celle-ci est sèche, on emploie la seconde à la température de 16 à 22°.

Au bout de vingt-quatre heures, ce double badigeonnage est sec, et l'on recommence l'opération autant de fois qu'il faut pour obtenir une imperméabilité complète, le nombre de couches dépendant de la pression que l'eau exerce contre le mur.

La plus grande voie ferrée en ligne droite.

La plus grande voie ferrée en ligne droite qui existe au monde est celle qui a été établie sur le réseau ferré qui reliera Buenos-Ayres à Valparaíso. Cette voie, déjà exécutée entre Buenos-Ayres et Mendoza, dans la Cordillère, est une ligne de 340 kilomètres sans la plus légère courbe et sans aucun pont. Sur tout cet immense parcours, les arbres font presque entièrement défaut, de sorte qu'on est obligé d'employer des traverses métalliques.

La partie qui reste à exécuter est la plus coûteuse, à cause des tunnels qu'il faut percer à travers la Cordillère.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIII, n° 20, p. 307, et tome XV, n° 7, p. 423.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LA COMPAGNIE DES HAUTS FOURNEAUX, FORGES ET ACIÉRIES

DE LA MARINE ET DES CHEMINS DE FER

(SAINT-CHAMOND)

Ses travaux militaires.

On a déjà bien souvent fait remarquer que la métallurgie, la plus haute expression de l'industrie en temps de paix, doit la meilleure partie de ses progrès aux nécessités impérieuses de la guerre; en sorte que l'historique des étapes parcourues par nos plus importantes usines peut se résumer dans le tableau de leurs travaux militaires et maritimes.

Sans nous arrêter à ce qu'il y a de philosophique dans cette constatation, nous voulons examiner ici la part qui revient, à ce point de

au capital de 22 millions et demi, sous le titre qu'elle a gardé depuis.

La Société s'arrondit encore par l'acquisition des hauts fourneaux et forges de Givors et par celle des houillères d'Unieux et Fraisse (Loire).

En 1862, pour la première fois, des convertisseurs Bessemer de 5 000 kilogr. furent installés dans les aciéries d'Assailly, alors que le monde industriel émettait encore quelques doutes sur les résultats de cette méthode. Ces convertisseurs étaient les plus grands qu'on eût encore construits, tels enfin que c'est à peine si leur inventeur avait osé en rêver la réalisation.

En 1871, après avoir contribué pendant la guerre à la reconstitution de notre matériel d'artillerie, la Compagnie subit une nouvelle transformation. Elle devint anonyme, et son capital fut ramené à 13 millions; mais cette réduction du capital social n'implique pas

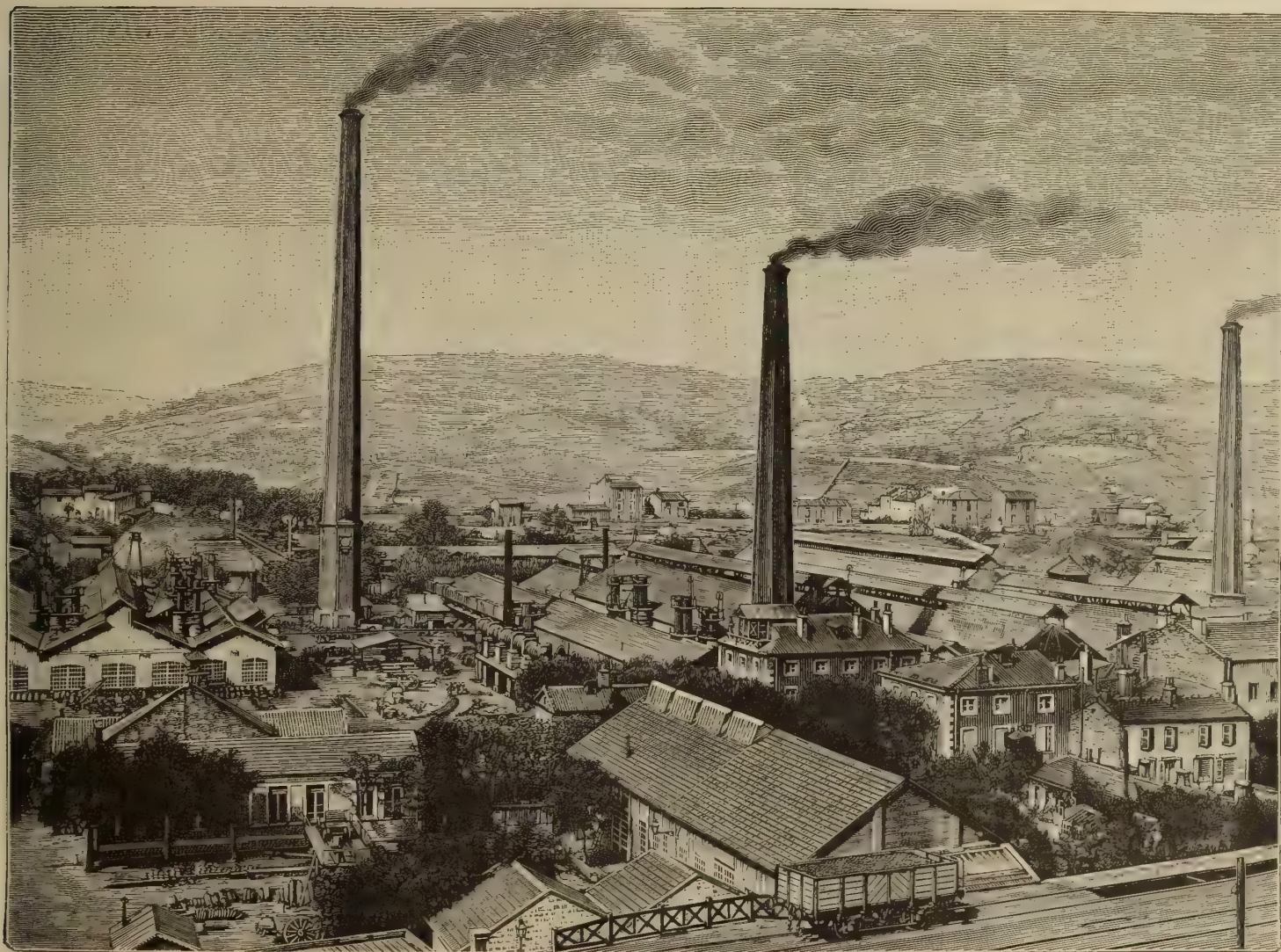


Fig. 4. — Vue partielle de l'usine de Saint-Chamond. — Les forges.

vue, à la Compagnie des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de la Marine et des Chemins de fer, plus connue du public sous le nom de Compagnie des Forges de Saint-Chamond.

Les débuts de cette Société furent modestes. En 1837, deux hommes énergiques, MM. Pétin et Gaudet, créèrent, à Rive-de-Gier, un premier établissement dont l'outillage rudimentaire ferait singulière figure auprès des magnifiques installations des nombreuses usines de la Compagnie actuelle. Toutefois, ce premier établissement ne devait pas cesser de s'accroître.

Tandis que MM. Pétin et Gaudet appliquaient, à cette usine de Rive-de-Gier, le premier marteau-pilon qui venait d'être inventé par Bourdon, vers 1840, ces mêmes industriels construisaient, en 1850, une nouvelle usine à Saint-Chamond, et y fabriquaient pour la première fois des bandages de roues en fer laminé sans soudure.

En 1854, la fusion s'opérait entre ces usines et les aciéries d'Assailly, fondées en 1825 par M. Jackson dont les aciers au creuset jouissaient d'une réputation méritée.

Autour de ce premier noyau d'établissements vinrent encore se grouper les forges de Lorette et de Persan, les hauts fourneaux au bois de Clavières et de Toga, en Corse; l'importance de toutes ces acquisitions permit la constitution d'une Société en commandite

une diminution de son activité industrielle, ni même un arrêt dans son développement. La Compagnie achète au contraire d'importantes forêts en Corse et en Sardaigne, pour assurer l'alimentation de ses hauts fourneaux de Toga; en même temps, elle met en exploitation les mines de fer de Saint-Léon (Sardaigne) qui lui fournissent un minéral magnétique comparable au meilleur minéral de Suède.

Ce qui frappe, en définitive, dans la longue gestion de MM. Pétin et Gaudet, c'est la constante préoccupation de constituer un ensemble unique d'usines métallurgiques se complétant les unes les autres et alimentées de matières premières par des mines et des établissements appartenant à la Compagnie.

En 1874, MM. Pétin et Gaudet, arrivés à l'âge du repos, abandonnèrent la direction de la Compagnie, qui fut alors confiée par le Conseil d'Administration à M. A. de Montgolfier, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, connu antérieurement par ses beaux travaux des barrages de Rochetaillée et de Saint-Chamond. Sous l'heureuse et active impulsion de cet éminent Ingénieur, la Compagnie s'est rapidement élevée à un degré de prospérité et de vitalité extraordinaire.

Des ateliers nouveaux ont été établis dans les anciennes usines de Rive-de-Gier, de Givors, d'Assailly et de Saint-Chamond. En même

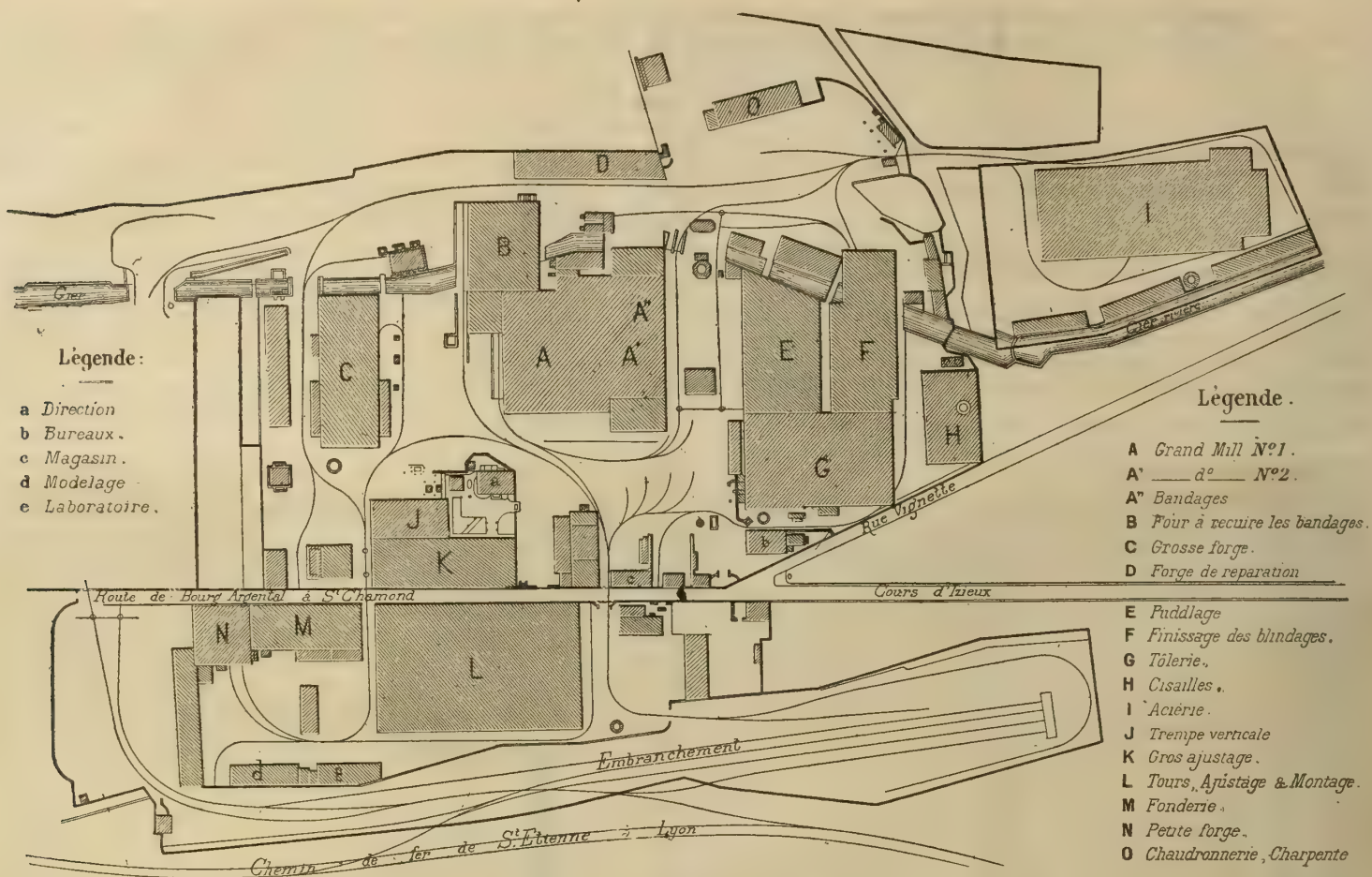


FIG. 2. — Plan des usines de Saint-Chamond.

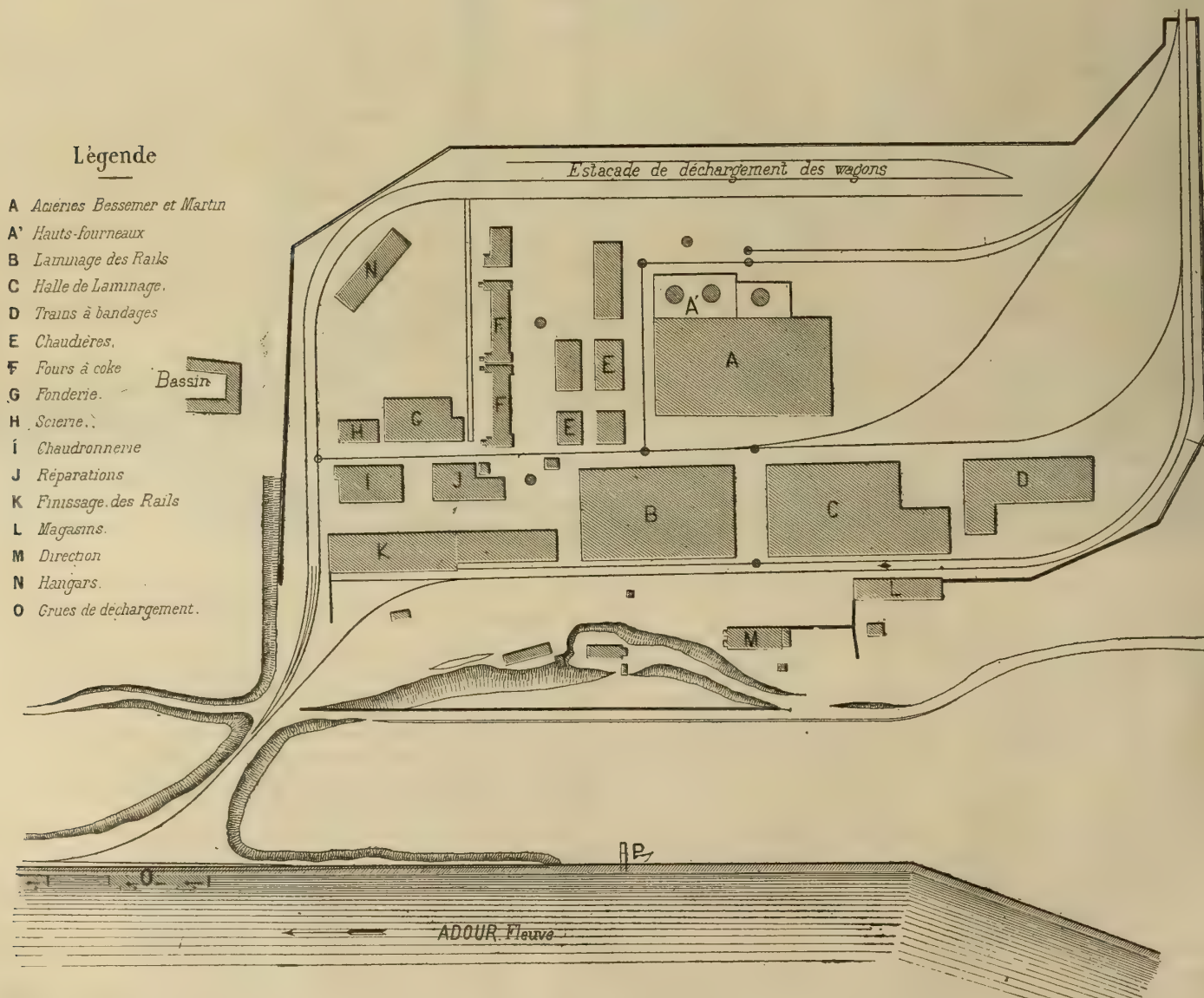


FIG. 3. — Plan des usines du Boucau.

temps, de nouveaux et gigantesques établissements ont été créés de toutes pièces, en 1880, pour la fabrication de la fonte, des rails et des profilés marchands. Ces forges sont établies sur l'Adour, au Boucau, près de Bayonne, à proximité des minerais espagnols qu'elles emploient, et dans une situation des plus favorables pour l'expédition par mer des produits destinés à l'exportation.

L'importance nouvelle acquise par la Compagnie et les travaux entrepris justifiaient une augmentation du capital social, qui fut alors porté de 13 à 20 millions; c'est à ce chiffre qu'il a été maintenu jusqu'ici.

La multiplicité même des établissements appartenant à la Compagnie a permis une division et une spécialisation complètes du travail.

C'est à Saint-Chamond que se font les bandages des roues de wagons et de locomotives. On y fabrique également les tôles et les fers profilés de toutes formes et de toutes dimensions, tant pour les besoins divers de la construction en général que pour les coques et chaudières de la marine. Des mêmes ateliers sortent les gigantesques pièces de forge, étraves, étambots, arbres d'hélice, arbres coudés, etc.,

dont l'outil principal est un marteau-pilon de 35 tonnes, est affecté au forgeage des roues de wagons et locomotives, depuis les dimensions courantes jusqu'à 2 mètres de diamètre et au-dessus.

A Assailly est concentrée la fabrication des ressorts de toute dimension et de tout système, notamment des rondelles Belleville, dont l'emploi se généralise de plus en plus dans l'industrie des chemins de fer et dans la construction des affûts d'artillerie.

On y produit aussi toutes les variétés d'aciers à outils et d'aciers fins du commerce, au creuset, au four Martin ou par puddlage.

Au Boucau, trois grands hauts fourneaux produisent la fonte, que deux convertisseurs Bessemer et deux fours Siemens-Martin permettent de transformer en rails (production maximum annuelle : 70 000 tonnes), traverses et coins métalliques, profilés de toute forme et de toute nature, fil machine, etc.

Enfin les hauts fourneaux de Toga et de Givors fournissent aux usines du bassin de la Loire les fontes au bois et autres, qui sont utilisées dans la fabrication des produits spéciaux : blindages, frettes et tubes de canons, projectiles de perforation, etc.

Au point de vue des travaux pour la guerre et la marine, la Compagnie de Saint-Chamond a particulièrement développé ses installa-

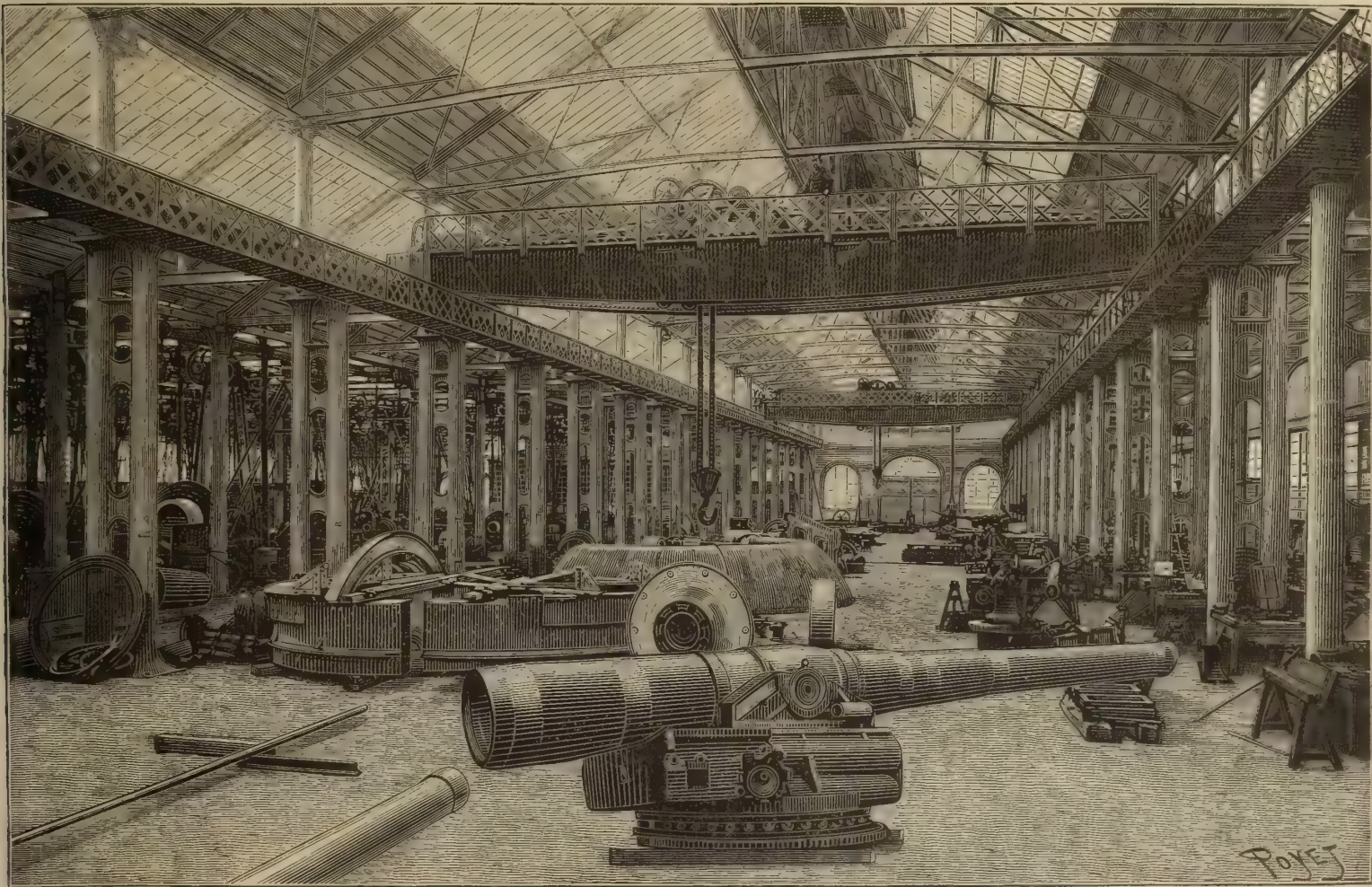


FIG. 4. — Usines de Saint-Chamond. — Atelier de montage.

que demande le service des constructions navales. Mais les plus importantes fabrications de cette usine sont incontestablement celles qui concernent les constructions militaires et maritimes, c'est-à-dire les tubes et frettes des gros canons de la marine; les blindages de navires; les tourelles cuirassées, pour le montage desquelles, à la suite des importantes commandes que la Compagnie a acceptées dans ces derniers temps, il a fallu créer un immense hall de montage (fig. 4).

La fabrication des blindages emploie un outillage colossal : laminoir, presse hydraulique de 4 000 tonnes pour le gabariage, machines-outils pour l'ajustage, etc.

Celle des tubes et frettes de canon a exigé la création de la plus grande aciérie du monde entier. Cinq fours de 25 tonnes permettent de couler couramment des lingots de 100 à 120 tonnes, dont un spécimen figure à l'Exposition de la Compagnie. Pour forger de tels blocs, il a fallu construire successivement des marteaux-pilons de 15, 35 et enfin de 100 tonnes. Toute l'installation, du reste, a suivi cette progression; sans parler de l'atelier d'ajustage, dont les tours et machines à aléser peuvent aujourd'hui travailler des tubes de 20 mètres, nous devons citer le four et la citerne à tremper, qui mesuraient d'abord, l'un 14 mètres de hauteur, l'autre 14 mètres de profondeur; ces dimensions ont dû être portées récemment à 21 mètres, par suite des exigences croissantes de la marine.

L'usine de Rive-de-Gier est restée la forge universellement réputée pour l'habileté de son personnel et la puissance de son outillage, comportant de très nombreux marteaux-pilons de 1 000 à 25 000 kilogr. Elle fabrique principalement les essieux droits et coudés pour wagons et locomotives, les arbres à coude pour machines, etc. Un atelier neuf,

tions et son outillage, de façon à se mettre complètement hors de pair pour les trois spécialités suivantes :

- Les blindages de navires;
- Le matériel d'artillerie;
- Les tourelles cuirassées pour l'armement de la fortification.

Ces trois branches de son activité méritent qu'on s'y arrête tout spécialement.

I. Blindages de navires. — Dans une importante étude publiée dans le *Génie Civil* (1), M. E. Weyl a tracé un historique de la marine cuirassée qu'il n'y a pas lieu de refaire après lui; mais il nous sera bien permis d'insister sur le rôle important que la Compagnie de Saint-Chamond a joué dans cette transformation de notre flotte, et non pas, comme d'autres usines, lorsque, le principe étant accepté, il ne restait plus qu'à exécuter les commandes conformément à un cahier des charges, mais à la première heure de cette hardie tentative, alors qu'il fallait en assurer la réussite à tout prix par la qualité exceptionnelle du métal. Or, sur les cinq premières batteries flottantes qui furent construites en 1854, trois furent cuirassées au moyen de plaques sorties des ateliers Pétin et Gaudet : la *Dévastation*, la *Lave* et la *Tonnante*. Ce sont ces trois bâtiments qui livrèrent le 17 octobre 1855, le brillant combat de Kinburn.

On se rappelle que le feu de la forteresse fut éteint en quatre heures par l'artillerie de ces nouveaux engins de guerre, dont les boulets russes ne purent réussir à entamer la carapace.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 8, p. 139.

L'expérience était si concluante que la même Compagnie fut chargée de fournir le blindage de la *Gloire*, le premier grand navire pourvu de cet engin de protection, suivi peu de temps après du *Magenta* et du *Solférino*, qui nous assurèrent pendant plusieurs années une

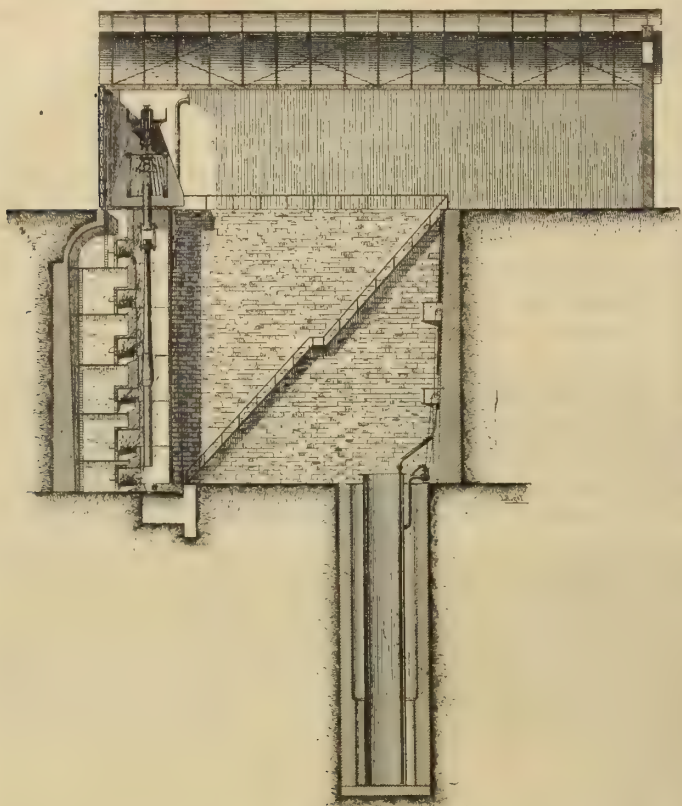


FIG. 5. — Coupe du four à réchauffer et du puits de trempe.

incontestable suprématie sur toutes les flottes européennes, y compris la flotte anglaise.

MM. Petin et Gaudet restèrent longtemps sans rivaux dans cette

conditions de tir que ceux qu'on fabriquait en France. Le gouvernement accueillit ces propositions, et les plaques de cet Ingénieur furent essayées au polygone de Vincennes, concurremment avec celles de MM. Pétin et Gaudet; mais au premier coup de canon, le blindage suédois vola en éclats, et la déconvenue de son fournisseur fut telle que, séance tenante, il se suicida sur le champ de tir.

C'est qu'en effet la résistance du métal français ne tenait pas uniquement à son excellente qualité, mais aussi à un tour de main de fabrication. Contrairement à l'opinion généralement admise alors, et enseignée dans tous les traités techniques, MM. Pétin et Gaudet avaient reconnu que la trempe à l'eau modifie le grain du fer laminé et lui fait acquérir une ténacité exceptionnelle.

Tant que ces industriels purent tenir cette pratique secrète, ils n'eurent pas de concurrents pour la fabrication des plaques de blindage, et le Creusot, qui avait contribué à la première tentative de 1854, en cuirassant les deux batteries flottantes la *Foudroyante* et la *Congrève*, abandonna ce genre d'industrie, pour ne rentrer en lice que beaucoup plus tard, vers 1877, époque où il préconisa l'emploi de blindages en acier forgé et trempé.

Ici se place la célèbre lutte du canon et de la cuirasse, qui préoccupa si vivement l'opinion publique et l'intéressa pendant plusieurs années aux développements des moyens d'attaque et de défense, développements également solidaires des progrès de la métallurgie et auxquels les forges de Saint-Chamond prirent une part des plus considérables.

L'historique de cette lutte a été retracé par M. Weyl dans l'article précité du *Génie Civil*, et nous n'entreprendrons pas de le recommencer ici. Nous ne croyons pas non plus utile de reprendre l'exposé des arguments pour et contre l'acier et le métal compound.

Partisan ardent et convaincu de l'acier, M. Weyl a mis en lumière, de la façon la plus brillante, tout ce qui peut être allégué en faveur de ce métal. D'un autre côté, M. Bacle a ensuite fait ressortir dans le *Génie Civil* (1) les avantages du métal compound. Pour nous, il nous semble facile de prouver que les deux métaux jouissent sensiblement des mêmes propriétés lorsqu'ils sont convenablement préparés, et cette opinion ne ressort pas de telle ou telle expérience comparative étudiée isolément, mais de l'ensemble des faits et surtout des errements de la marine française, dont les commissions ont une compétence et jouissent d'une autorité indiscutables.

Or, quel est, aujourd'hui encore, le *modus vivendi* adopté par la marine?

Comme l'a rappelé M. Bacle, les expériences comparatives exécutées en 1880 au polygone de Gâvre démontrèrent nettement qu'une plaque compound de dimensions courantes, ne se laisse pas traverser par le projectile qui aurait passé haut la main, au travers d'une plaque en fer laminé de même épaisseur. La plaque compound, à la vérité,

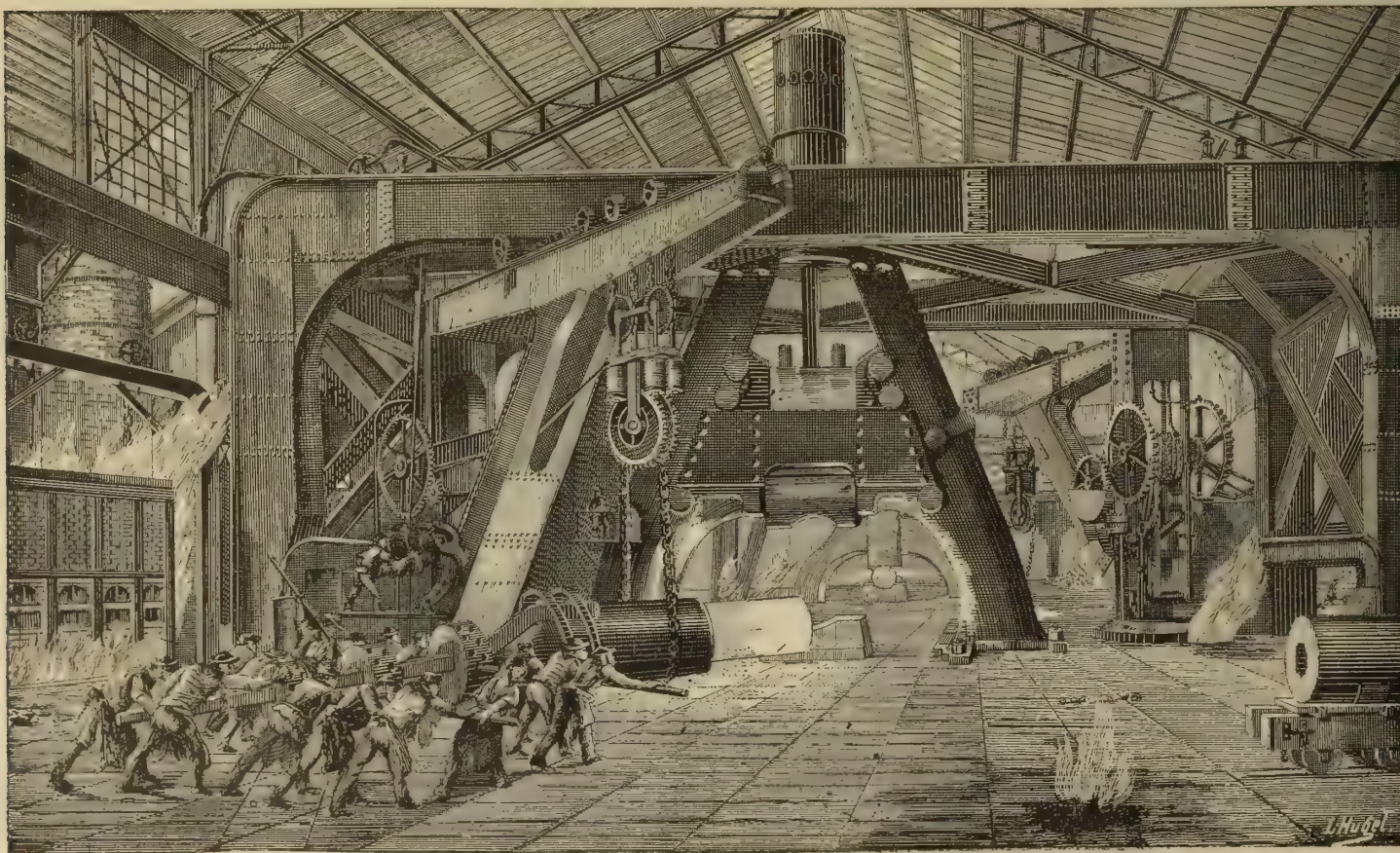


FIG. 6. — Marteau-pilon de 100 tonnes de la Société de Saint-Chamond.

fabrication et fournisseurs exclusifs de blindages pour la marine française. On peut rappeler à ce propos qu'un Ingénieur suédois, convaincu de la supériorité du métal provenant de son pays, dont le minerai est de qualité exceptionnelle, vint proposer au Gouvernement français de lui fournir des blindages satisfaisant aux mêmes

est ordinairement fissurée dès le premier coup, mais pas assez gravement pour qu'elle ne puisse encore arrêter deux ou trois autres projectiles.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XV, n° 24, p. 481.

Ce résultat est assez considérable pour justifier la décision de la marine française, qui, en présence de l'impossibilité pratique de dépasser certains poids et, par suite, certaines épaisseurs de cuirassement pour ses navires, devait préférer au fer, qui ne se fend pas mais se laisse traverser sous cette épaisseur maximum, le *compound*, qui se fissure, il est vrai, surtout après avoir reçu un certain nombre de coups, mais qui, du moins, arrête les premiers projectiles.

Comme suite de cette décision, les trois Compagnies métallurgiques qui se partageaient les fournitures de blindages de la marine française furent invitées par elle à acheter le brevet Wilson, et en reçurent des commandes de blindages *compound* qui devaient satisfaire à un cahier des charges encore en vigueur aujourd'hui et dont la condition fondamentale est libellée ainsi :

Trois coups sont tirés sur les trois sommets d'un triangle équilatéral de 0^m80 de côté, tracé vers le milieu d'une plaque d'épreuve provenant de chacun des lots proposés en recette, et ce, dans des conditions telles que chacun des trois projectiles traverserait franchement la plaque de même épaisseur, si elle était en fer. Aucun de ces trois projectiles ne doit apparaître par derrière la muraille d'appui.

Postérieurement à cette décision, le Creusot, qui n'avait pas voulu acheter le brevet Wilson, demanda et obtint des commandes en offrant d'accepter le même cahier des charges pour des fournitures de plaques en acier. Depuis cette époque, les commandes ont été réparties entre les quatre usines concurrentes, suivant les hasards des adjudications, chacune d'elles étant libre de fournir, à son gré, du métal *compound* ou de l'acier, pourvu que la plaque d'épreuve subisse victorieusement le tir réglementaire. Les plaques d'acier sont, en outre, soumises individuellement à une épreuve spéciale, ayant pour but de vérifier

dans l'épreuve de la plaque de recette du *Terrible*, tirée à Gâvre le 21 décembre 1881.

En résumé, l'expérience de la guerre n'a pas encore prononcé entre le métal *compound* et l'acier; il serait donc téméraire, en l'état, de se décider exclusivement en faveur de l'un ou de l'autre de ces métaux, et la meilleure preuve en est que le ministère de la Marine continue à employer le métal mixte dans la plus grande partie de ses constructions de navires.

Il ne paraîtra peut-être pas hors de propos de donner ici quelques détails sur la manière dont on fabrique, dans les usines de Saint-Chamond, les blindages, soit en fer laminé, soit en métal *compound*.

Pour faire le *sommier* de la plaque mixte ou pour exécuter la plaque de fer laminé, on emploie des fers au bois de la meilleure qualité. Les fers bruts ont une texture mi-nerveuse et une grande résistance; soigneusement choisis d'après leur cassure, puis relaminés une fois et même deux fois, suivant le cas, ils sont enfin transformés en fer à *chêneaux* servant au paquetage. Ces derniers tirent leur nom de leur section en V à double ou triple inflexion, permettant un paquetage excellent pour la préparation des blindages. Les premiers paquets, faits directement avec les fers à *chêneaux*, sont laminés à faible épaisseur; ils prennent le nom de *mises*, et, après un passage permettant de vérifier leur soudage et la qualité du fer, ils servent à envelopper les paquets définitifs dont le laminage donne le blindage en fer ou le *sommier* du blindage mixte.

Ce *sommier* doit avoir une épaisseur notablement supérieure à celle de la plaque mixte finie. On le porte à la température du blanc soudant ou suant, et, par une série de manœuvres qui ne durent qu'une ou deux minutes, on le dresse debout dans une lingotière en fonte,

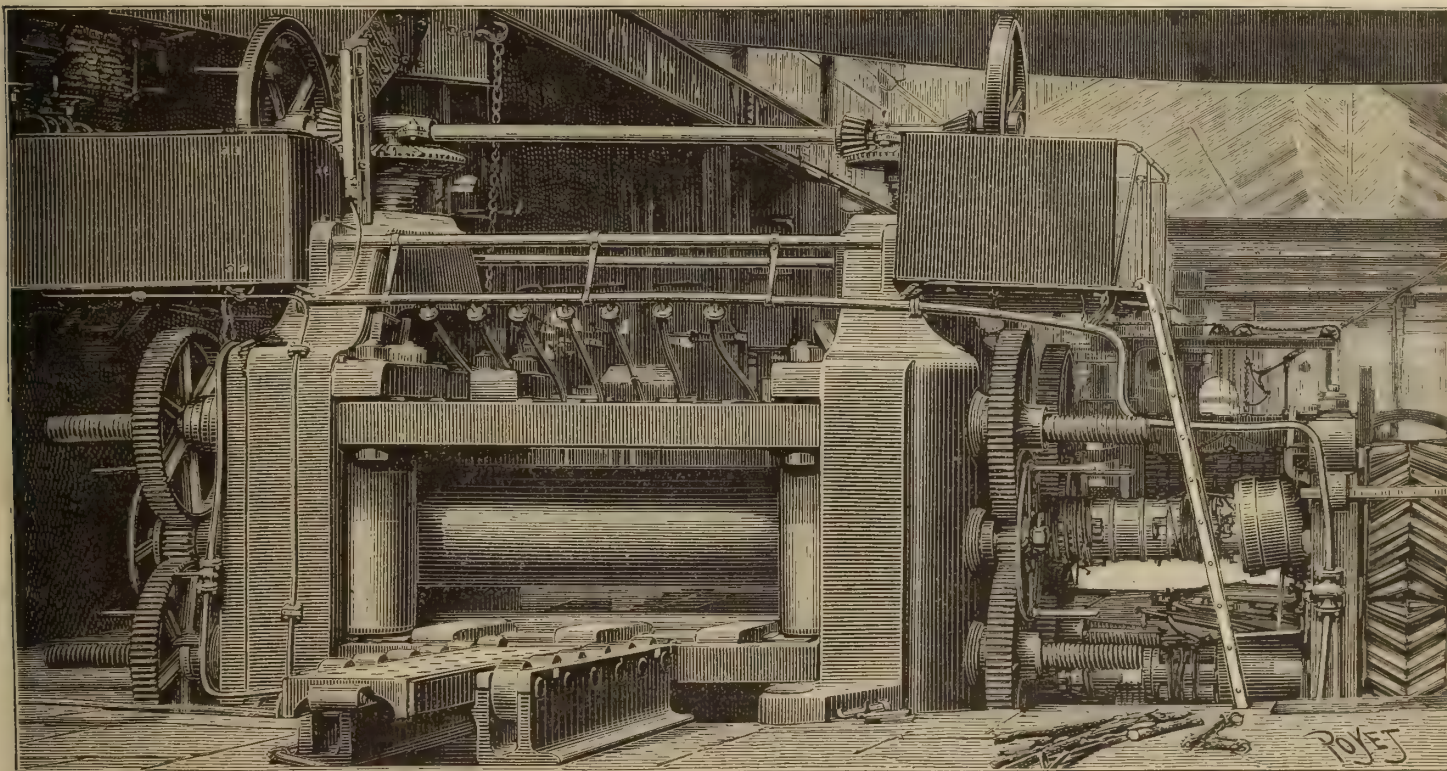


FIG. 7. — Usines de Saint-Chamond. — Vue d'un des laminaires pour blindages.

qu'elles ne sont pas *tapées*, comme celles du *Terrible*, dont M. Weyl a fait tout au long l'histoire.

Il résulte donc bien nettement des errements actuels de la marine que ses représentants autorisés ne font aucune différence entre l'acier et le *compound* comme métal de cuirassement, et leur reconnaissent les mêmes propriétés. Nous engagerons cependant ceux de nos lecteurs qui ont suivi des tirs sur ces sortes de plaques, ou du moins qui en ont vu les photographies, à examiner attentivement la plaque de diminution en métal *compound*, exposée par la Compagnie de Saint-Chamond sous le n° 40, et qui a déterminé la Réception, avec la mention « très satisfaisante », du 4^e lot du *Requin*. Nous ne croyons pas que les partisans de l'acier puissent citer une plaque ayant si peu souffert d'un tir si meurtrier.

Nous devons dire, en terminant, que la Compagnie de Saint-Chamond n'a d'ailleurs aucun parti pris en faveur du *compound*. Depuis longtemps elle s'est mise en mesure de fabriquer les plaques d'acier de toute épaisseur et de toutes dimensions, et elle expose des spécimens remarquables des résultats qu'elle a déjà obtenus dans cet ordre d'idées. Nous croyons savoir, toutefois, que ses secrètes prédictions seraient pour le *compound*. Le progrès, d'après elle, réside dans l'augmentation de dureté, au moins superficielle, des plaques de blindage, puisqu'en ce moment les projectiles en acier chromé, dont nous parlerons plus loin, ne sont admis en recette que lorsqu'ils traversent, sans fissures ni déformations, des plaques épaisses en acier. Or, on espère, à Saint-Chamond, parvenir à durcir la couche d'acier du *compound*, tandis que, depuis l'accident des plaques du *Terrible*, les partisans de l'acier ont eux-mêmes reconnu la nécessité, pour éviter la reproduction de ces *tapures*, de revenir à une qualité de métal plus douce que celle qui avait donné un si brillant résultat

en s'arrangeant pour ménager un vide dont l'épaisseur est d'environ le tiers de la sienne, entre ce *sommier* et l'une des faces verticales intérieures de la lingotière. On coule immédiatement dans ce vide l'acier fondu qui se soude au fer, et, aussitôt après la solidification de l'acier, on fait repasser le tout au laminoir, jusqu'à ce que la plaque ainsi constituée ait l'épaisseur voulue.

Le blindage terminé de forge est soumis ensuite au travail de *gabarage*, qui lui donne les formes, définies par des *gabarits*, qu'il doit affecter suivant sa destination. Une presse hydraulique de 4000 tonnes, desservie par deux ponts roulants, permet d'obtenir les surfaces les plus compliquées, à simple et à double courbure, sans aucun danger pour la qualité du métal. Enfin, l'ajustage du blindage est réalisé à l'aide d'un outillage considérable de scies circulaires et de rabots de dimensions colossales, permettant d'usiner plus de quatre mille tonnes de blindages par an.

Ces quelques détails montrent quelles sont les garanties exceptionnelles qu'offre la fabrication des blindages dans les usines de Saint-Chamond. Nous donnons dans le tableau ci-après (page 44), les principales commandes de plaques de blindage fournies par la Compagnie depuis la naissance de cette industrie.

II. Artillerie. — C'est en 1864 que la forge d'Assailly entreprit, avant toute autre usine française, la fabrication de tubes et de frettes en acier pour la construction des canons.

« Grâce à la collaboration intelligente et aux encouragements continus du général Frébault et du colonel Maillard, la Société put, dès 1865, fabriquer des tubes et des corps de canon en acier pour les calibres de 14, 16, 19 et 24 centimètres de la marine. La *Marie-Jeanne*, pièce de 24 centimètres en acier, qui, pendant le siège de

TABLEAU des principales commandes de plaques de blindage fournies par la Compagnie de Saint-Chamond depuis la création de cette industrie.

GOUVERNEMENT FRANÇAIS						GOUVERNEMENTS ÉTRANGERS	
DATES	NOMS DES BATIMENTS	DATES	NOMS DES BATIMENTS	DATES	NOMS DES BATIMENTS	DATES	NOMS DES BATIMENTS
28 août 1853 . . .	Lave. Destruction. Tonnante.	31 octobre 1862 . .	Embuscade. Provence.	20 mai 1870 . . .	Tigre.	De 1853 à 1860 . .	3 navires.
15 avril 1859 . . .	Gloire.	3 juillet 1863 . . .	Flandre. Guyenne. Provence.	2 juin 1874 . . .	Trident.	27 juin 1860 . . .	Canonnière Égypte.
1 ^{er} juillet 1859 . .	3 batteries flottantes		Gauloise. Magnanime.	18 octobre 1875 . .	Redoutable.	27 juillet 1862 . .	Numancia Espagne.
31 octobre 1859 . .	Pai-Ho. Saigon.	9 octobre 1863 . .	Valeureuse. Revanche.	3 juin 1878 . . .	Vengeur.		Tétuan. id.
27 janvier 1860 . .	Normandie.		Taureau. Belliqueuse.	30 septembre 1878 .	Dévastation.	2 décembre 1882 .	Castelfidardo. Italie.
23 mars 1860 . . .	Invincible.	14 octobre 1864 . .	Héroïne.	16 juin 1879 . . .	Tonnant. Requin.	20 mars 1883 . . .	Ancona. id.
27 avril 1860 . . .	Magenta.	6 avril 1865 . . .	Jeanne-d'Arc.	4 octobre 1880 . .	Vauban.	14 avril 1884 . . .	Sphinx. Prémumé Prusse.
8 juin 1860 . . .	Couronne.		Thésis.	14 août 1882 . . .	Furieuz.		Cheops. id.
	Implacable. Protectrice.	14 septembre 1866 .	Alma. Atalante.	30 juillet 1883 . .	Styx. Phlegeton.	14 octobre 1885 . .	Voragine. Italie.
31 octobre 1862 . .	Imprenable. Refuge.	29 novembre 1867 .	Océan. Boule-Dogue.	28 avril 1884 . . .	Fiamme.	16 décembre 1885 .	Némésis. Prémumé Prusse.
		12 id. 1869 . . .		26 mai 1884 . . .	Hoche.	1 ^{er} avril 1886 . . .	Frédéric-Charles. id.
				27 juillet 1885 . .	Marceau.	8 décembre 1886 .	Monitor-Sainte-Croix. id.
				27 mars 1886 . . .	Cécille.		Monitor-Bacalan. id.
				18 octobre 1886 . .	Neptune.	12 mai 1875 . . .	Duc de Tétuan. Espagne.
				17 novembre 1887 .	Formidable	15 septembre 1887 .	Cuirassé B Grèce.
				5 mars 1888 . . .	Jean-Bart.		

Ensemble : 54 navires.

Ensemble : 47 navires.

Paris, fut heureusement utilisée au Mont-Valérien, est le premier canon de gros calibre exécuté en France avec de l'acier français fabriqué par la Compagnie française de Saint-Chamond. Celle-ci peut donc se prévaloir de son initiative dans la fabrication des canons en acier...⁽¹⁾

Depuis cette époque, elle n'a cessé de fournir à l'artillerie française, de terre et de marine, une partie importante des tubes et frettes consommés par ces deux services : en particulier, la bonne moitié des éléments des canons de gros calibres (32, 34, 37 et 42 centimètres).

C'est pour forger ces tubes gigantesques, dont on peut admirer à l'Exposition un spécimen remarquable, qu'elle a été amenée à construire successivement son marteau-pilon de 35 tonnes, et, plus tard, en 1880, son marteau-pilon de 100 tonnes (fig. 6), dont deux fours à gaz et deux grues de 150 tonnes assurent le service.

C'est pour couler les lingots de 100 et 120 tonnes, dont les exigences de l'artillerie l'obligent à n'utiliser que 50 % au maximum, qu'elle a dû créer son immense aciérie de Saint-Chamond, le plus grandiose établissement de ce genre. La fosse centrale, desservie par un pont roulant de 150 tonnes, est entourée de cinq fours Siemens-Martin de 25 tonnes chacun. Les poches de coulée sont manœuvrées par des appareils hydrauliques. A l'un des bouts de l'atelier est organisée la fonderie des lingots sphériques qui servent au laminage des bandages sans soudure. A l'autre extrémité sont les ateliers pour le moulage et la fonderie des corps d'affûts et autres grosses pièces en acier moulé, dont l'Exposition de la Compagnie montre des spécimens merveilleusement réussis, et dont l'emploi dans un grand nombre d'industries prend une extension chaque jour croissante.

Le tournage, le forage et l'alésage des tubes de canons a nécessité la création d'un atelier du gros ajustage, qui permet de travailler des tubes de plus de 20 mètres de longueur.

Enfin, la trempe à l'huile de ces tubes cyclopéens a obligé, comme nous l'avons déjà dit, à porter à 21 mètres la hauteur du four à réchauffer et la profondeur de la citerne qui servent à cette opération. La quantité d'huile mise en mouvement pour une seule trempe peut atteindre 200 mètres cubes. Le pont roulant, manœuvré à volonté par la vapeur ou par l'eau en pression, permet une vitesse d'immersion de plus de 30 mètres par minute.

D'après les exigences des cahiers des charges français, la section droite moyenne du lingot coulé est au minimum quatre fois plus grande que la section du lingot brut de forge avant tournage, et le poids de la pièce forgée est au plus égal à 50 % et reste souvent inférieur à 45 % de celui du lingot employé.

Le métal à canon est caractérisé, avant trempe, par une résistance de 40 à 56 kilogr. par millimètre carré, avec 18 % d'allongement au minimum. Après trempe, cette résistance doit être de 54 à 75 kilogr. par millimètre carré de section avec 14 % d'allongement au minimum.

Ces essais sont faits sur éprouvettes découpées dans des rondelles détachées à la culasse et à la volée, après recuit et après trempe.

De même que la Compagnie de Saint-Chamond a forgé le premier canon d'acier français, de même aussi elle a, la première des Sociétés industrielles françaises, construit du matériel d'artillerie pour l'exportation.

En 1880, alors que la loi interdisait encore la fabrication et la vente du matériel de guerre, elle recevait du Mexique la demande de seize batteries de campagne et de huit batteries de montagne, à livrer avec toutes les voitures, munitions et accessoires, du système réglementaire français ; ces batteries devaient, en un mot, être prêtes à faire campagne. Le ministère d'alors, désireux de venir en aide à une usine française et d'empêcher cette importante commande d'échoir à l'industrie allemande, s'empressa de donner l'autorisation nécessaire.

Peu de temps après, d'ailleurs, cette loi prohibitive était abrogée, et la Compagnie de Saint-Chamond avait carte blanche pour rechercher à l'étranger, dans cet ordre d'idées, de nouveaux aliments à son activité. En 1885, la Société des Anciens Établissements Cail, avec laquelle

elle était liée d'intérêt, obtint du gouvernement serbe la commande de cinquante-quatre batteries de canons de campagne. La Compagnie de Saint-Chamond livra, pour sa part, dans cette affaire, la totalité des matières premières, et eut à finir d'usinage le tiers des bouches à feu. Depuis cette époque, elle est en relations suivies avec plusieurs puissances étrangères pour la fourniture des bouches à feu de tout calibre.

Le Gouvernement français lui-même, malgré sa tendance bien connue à réserver à ses propres ateliers le finissage de ses canons, s'adresse à elle dans les moments de presse, et lui a notamment confié, pendant la guerre du Tonkin, l'usinage d'une soixantaine de pièces de 16 centimètres, en même temps que la construction d'un lot d'affûts importants.

D'ailleurs, la Compagnie de Saint-Chamond ne se borne pas à exécuter, sur tables de construction, le matériel d'artillerie réglementaire, soit français, soit étranger. Dès 1880, elle proposait au service de l'artillerie un projet d'affût à embrasure minimum. Ce projet, qui avait été étudié par M. Darmancier, l'ingénieur chargé des travaux d'artillerie de la Société, fut expérimenté au fort de Giromagny, adopté sur le rapport de la Commission compétente, et l'exécution en fut confiée, comme de droit, à la Compagnie de Saint-Chamond, qui livra rapidement, sans un seul rebut, les soixante affûts de ce type nécessaires à l'armement des tourelles et casemates cuirassées que le Génie faisait construire à cette époque.

Un peu plus tard, M. Darmancier, dont les remarquables facultés d'invention ont trouvé, depuis, à se manifester de la manière la plus brillante, imaginait un frein hydraulique que l'artillerie, après plusieurs années d'expériences, adoptait pour toutes ses bouches à feu de siège et place, des calibres de 155 millimètres et de 120 millimètres, et qui porte encore aujourd'hui, dans le service courant, le nom de frein de Saint-Chamond. La Compagnie eut à en construire 1 800 pour le Gouvernement français, et en a fourni ultérieurement un grand nombre d'autres à diverses puissances étrangères.

A peu près à la même époque, M. Darmancier inventa un nouveau frein hydraulique avec rentrée automatique en batterie, qui facilite merveilleusement l'organisation des affûts de tout système, à éclipse, à embrasure minimum, etc., et dont l'emploi caractérise aujourd'hui tous les types d'affût construits par la Compagnie.

Les travaux de M. Darmancier n'ont pas donné des résultats moins remarquables dans la construction des bouches à feu.

C'est sur ses dessins qu'ont été construits les nombreux types de mortiers rayés de divers calibres, les uns légers, les autres à grande vitesse, dont la Compagnie de Saint-Chamond a obtenu, dans ces derniers temps, l'expérimentation au polygone de Bourges, expérimentation couronnée du succès le plus complet. Un spécimen intéressant de ces mortiers figure à l'Exposition.

C'est lui également qui a inventé le matériel de montagne démontable que tous les visiteurs de l'Exposition ont remarqué, et qui permet, sans augmenter le poids de la bouche à feu réglementaire, de diminuer singulièrement la fatigue du mulet porte-canon, par une meilleure répartition de la charge, d'obtenir une portée beaucoup plus grande et de réduire des $\frac{9}{10}$, au moins, le recul de l'affût.

Enfin, c'est à ses longues et persévérantes études que la Société doit de pouvoir proposer, pour la défense des côtes et l'armement des navires de guerre, une série de bouches à feu à grande vitesse initiale, douées, par suite, d'une remarquable puissance de perforation, et dont le système de construction constitue une remarquable solution du problème qui s'impose aujourd'hui à tous les constructeurs de canons, celui du *fretage longitudinal*.

On sait, en effet, que la tendance actuelle de l'artillerie consiste à allonger considérablement les bouches à feu, pour permettre l'emploi d'énormes charges de poudre à combustion lente. On obtient ainsi des vitesses initiales de 600 à 700 mètres, presque doubles de celles dont on se contentait il y a quelques années, sans atteindre, cependant, les pressions intérieures que l'expérience a appris à considérer

(1) Extrait du journal le Temps.

PONT MÉTALLIQUE DE LA RUE

Fig.1. Elevation of

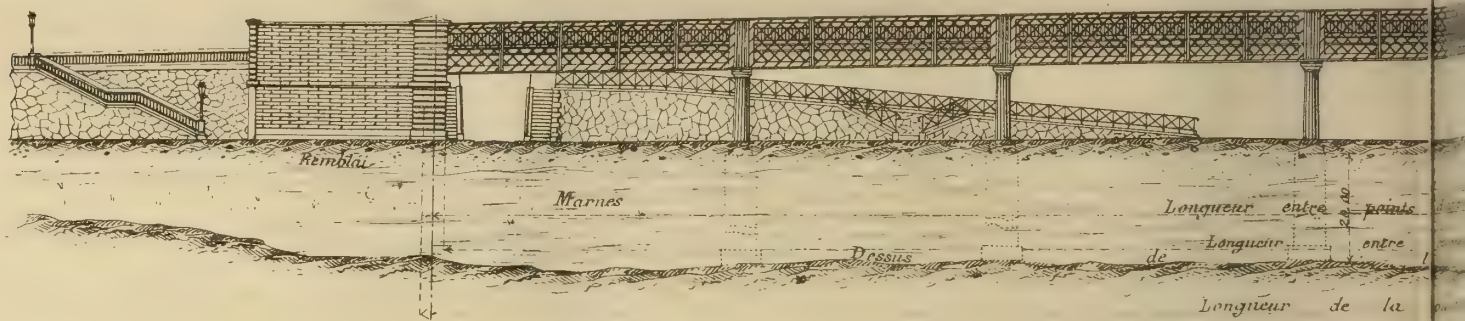


Fig. 6. Epure de stabilité. (Coupe de la culée basse)

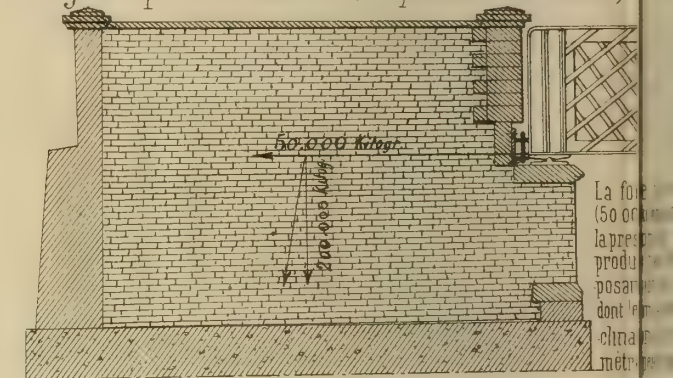


Fig. 2. Coupe r...

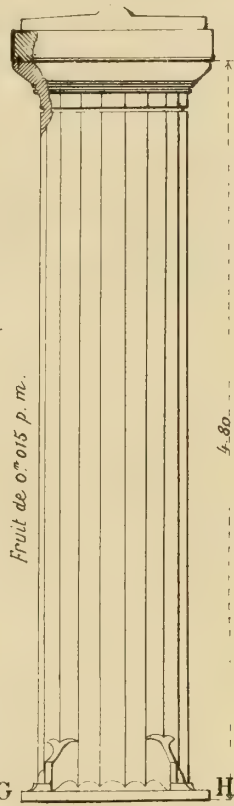


Fig.9. Coupe horizontale GH

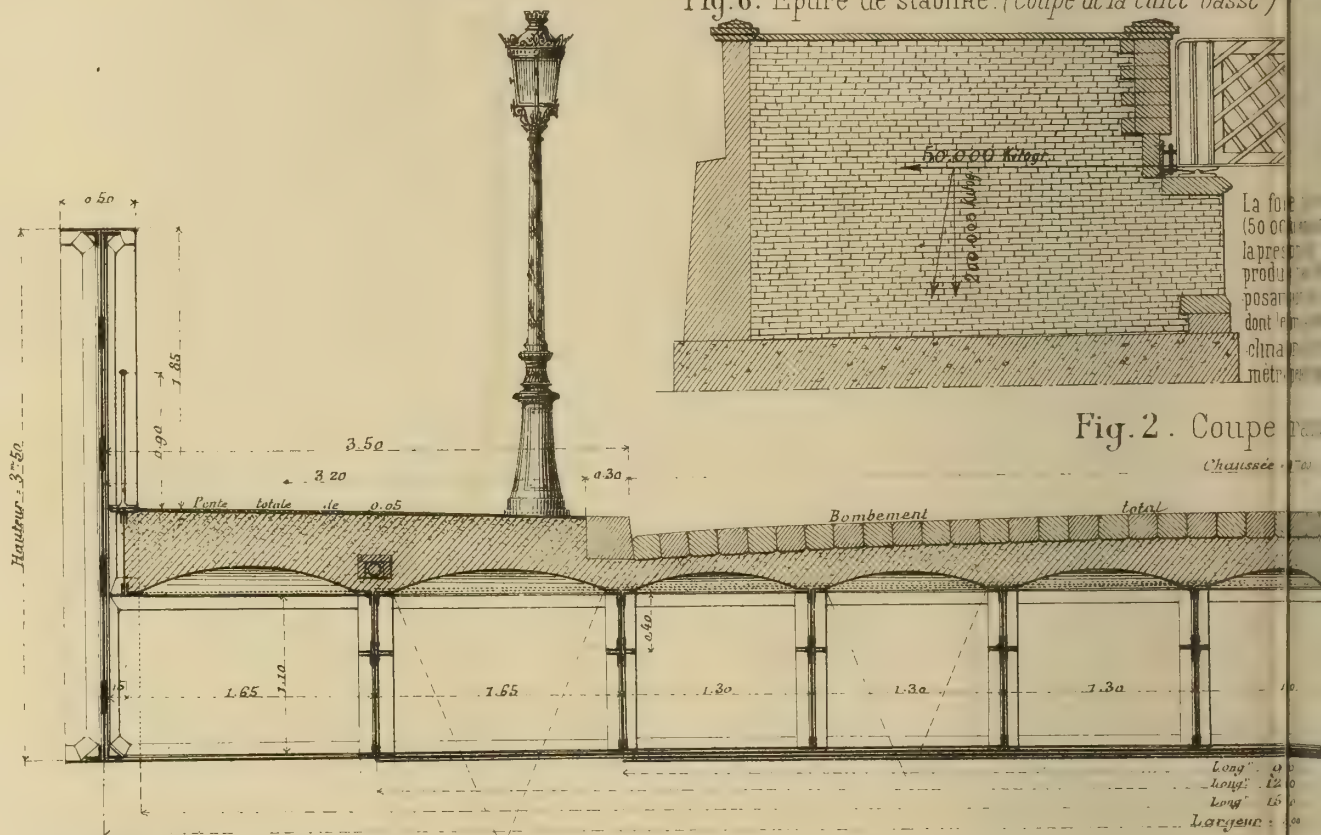
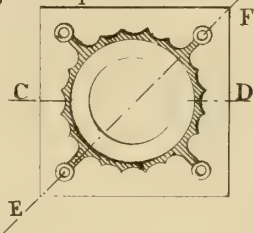


Fig.15. Assemblage des pièces de pont avec les poutres de rive.

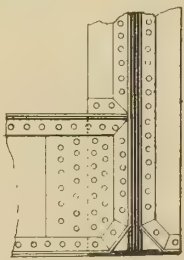


Fig.3. Coupe longitudinale d'une raven.

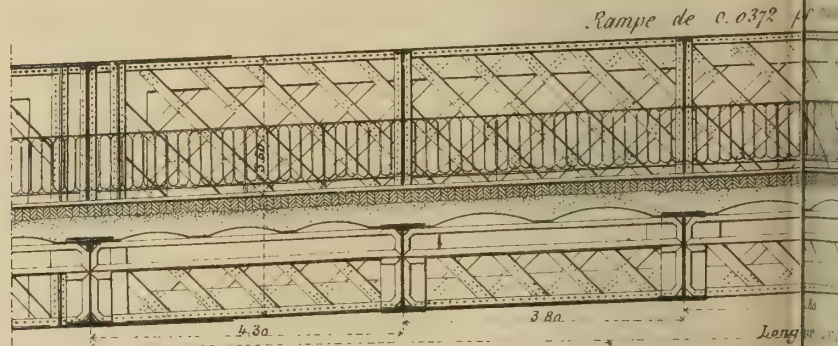
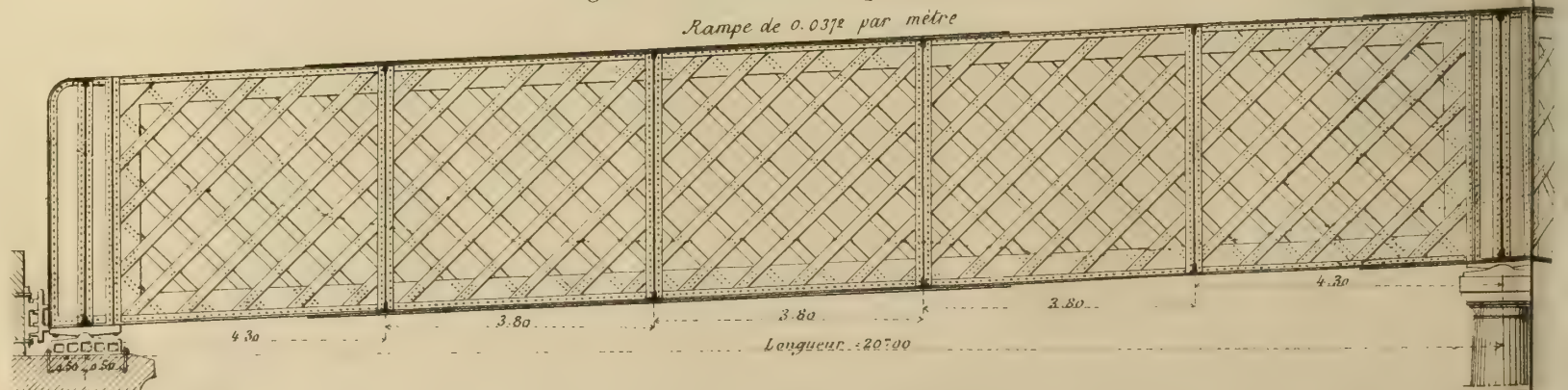


Fig. 4. Elévation de la première travée.



E CAULAINCOURT À PARIS

générale. (Ech. 1/1000)

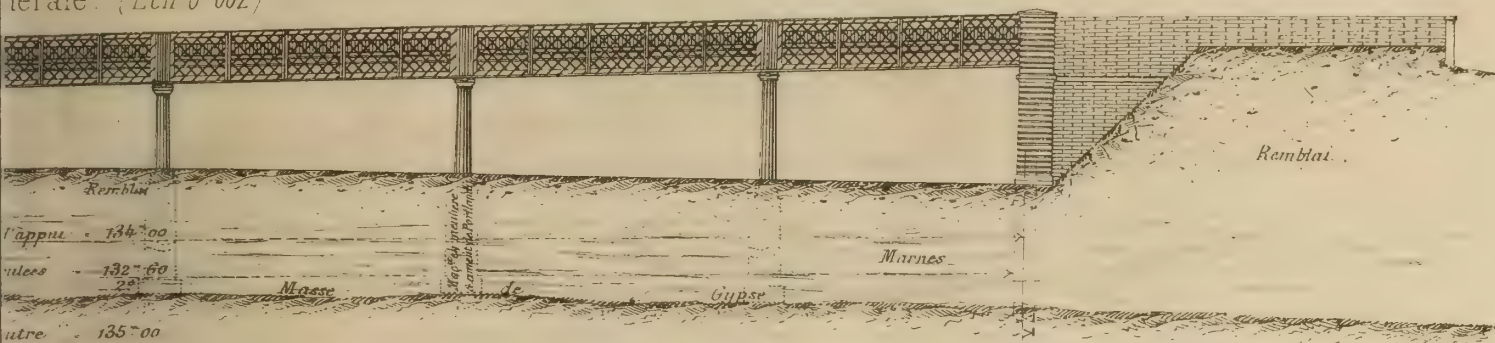
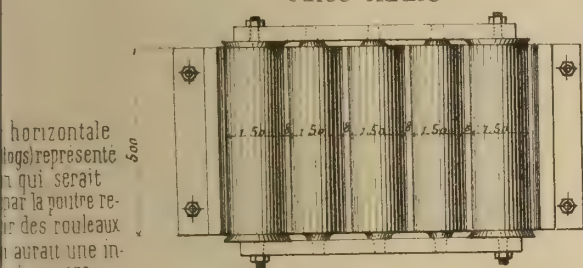
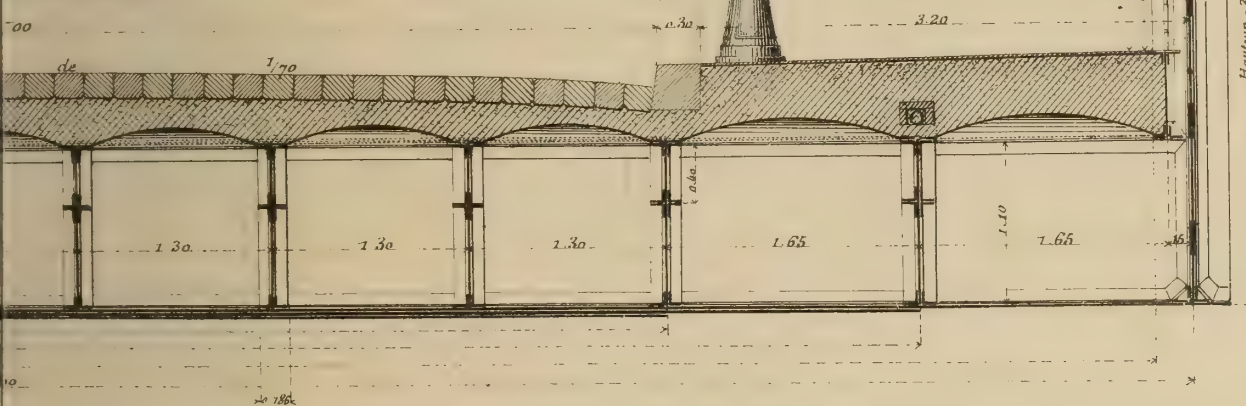


Fig. 7. Chariot de dilatation sur la culée haute.

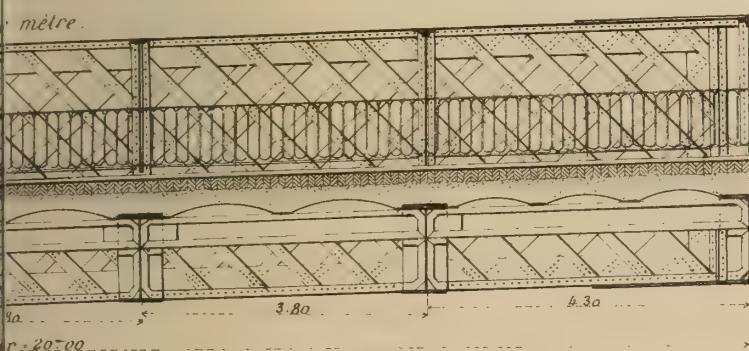


horizontale
(logs) représente
la poutre qui serait
par la poutre re-
tirée des rouleaux
aurait une in-
clinaison de 0.0372 par
mètre de la poutre

transversale.



avée de 20 mètres.



p. 20.00

Fig. 10. Elevation du chariot de dilatation.



Fig. 11. Coupe verticale.



Fig. 12. Coupe horizontale suivant AB.



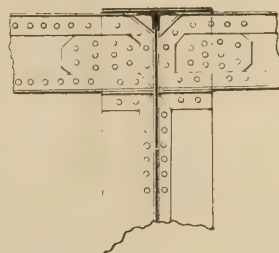
Fig. 13. Coupe verticale suivant CD.



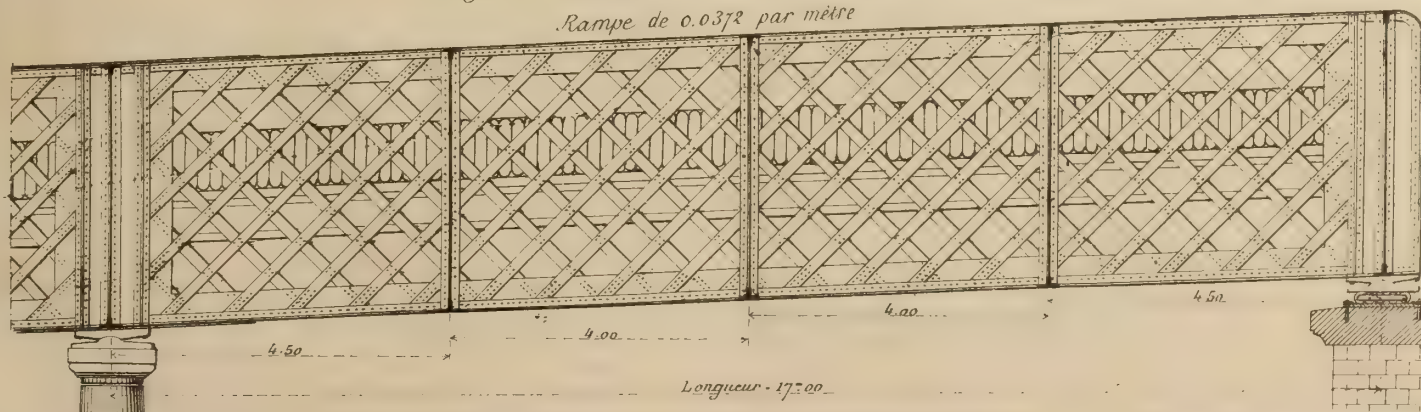
Fig. 14. Coupe verticale suivant EF.



Fig. 16. Assemblage des longerons avec les pièces de pont.

Fig. 5. Elevation de la dernière travée (7^{me})

Rampe de 0.0372 par mètre



Longueur 17.00

comme un maximum qu'il convient de ne pas dépasser. La puissance perforante des projectiles étant proportionnelle au carré de leur vitesse et inversement proportionnelle à leur calibre, on voit qu'on produit ainsi, avec des canons et des obus beaucoup plus légers qu'autrefois, des effets de destruction bien supérieurs.

Mais il résulte de ces nouvelles conditions d'établissement des bouches à feu, l'obligation de durcir le tube intérieur sur lequel sont pratiquées les rayures, car la vitesse de rotation du projectile, avant sa sortie de l'âme, étant augmentée dans la même proportion que sa vitesse de translation, les cloisons seraient promptement arasées, si l'on n'affectait pas à la construction de ce tube une qualité d'acier notablement plus dure, mais, par suite, moins résistante que celle du métal à canon tel que nous l'avons défini plus haut. De là, la nécessité universellement admise, de restituer à la bouche à feu, par un

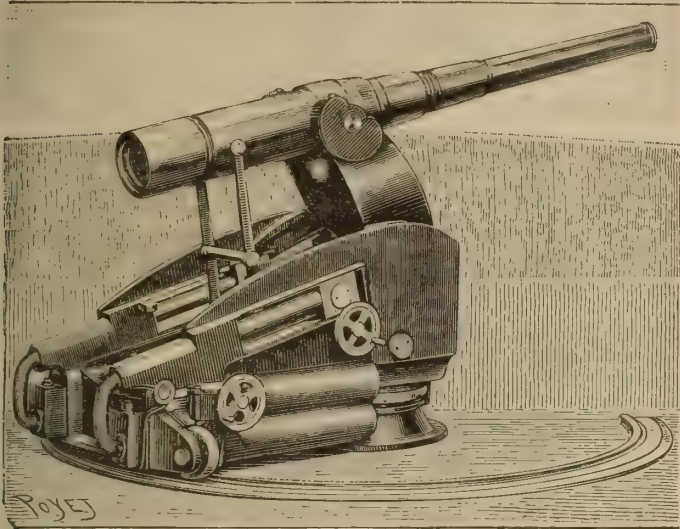


FIG. 8. — Canon de 200 millimètres sur affût à éclipse (position de tir).

fretage longitudinal, la résistance au décalassement que le tube ne peut plus fournir à lui seul.

Le colonel de Bange a imaginé une solution très ingénieuse et, *a priori*, très séduisante de ce problème, en inventant le *fretage biconique* : malheureusement l'agrafage d'une frette sur la voisine, tel que la dilatation produite par un chauffage pratique permet de l'obtenir, n'est pas assez énergique pour empêcher un commencement d'allongement du système, et c'est ce mouvement rudimentaire surtout, qu'il importe à tout prix d'éviter.

D'autres constructeurs se tirent d'affaire par l'emploi d'une *jacket*

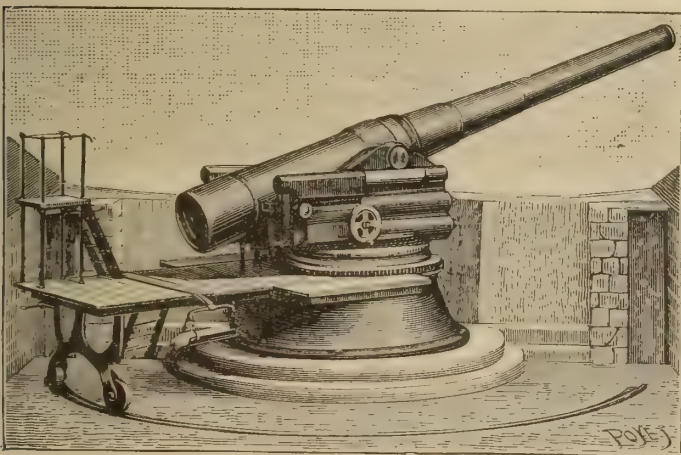


FIG. 9. — Matériel léger de 275 millimètres sur affût de côte.

ou frette de grande longueur, qui prend appui, à l'avant, sur un anneau de calage, et à l'arrière, sur un écrou de culasse vissé au tube. Mais le vissage de cette jacket doit être opéré à chaud pour obtenir le serrage longitudinal qui est indispensable, et le temps dont on dispose pour cette opération est tellement limité, qu'il est bien difficile, lorsque l'équilibre de température s'est établi et qu'il faut arrêter l'opération, de savoir si le serrage a été exécuté à fond et, par suite, d'être fixé sur ce que vaut le résultat obtenu.

Le système de fretage longitudinal inventé par M. Darmancier, et appliqué par lui à une double série de pièces comprenant, pour tous les calibres, — de 155 à 420 millimètres, — un type lourd et un type léger, ne présente aucun de ces inconvénients. Ce système consiste à produire, au moyen d'éléments de construction distincts, le fretage transversal et le fretage longitudinal, ce qui permet d'obtenir, dans chaque sens, un agrafrage aussi énergique qu'on le désire, et ce qui assure une sécurité absolue dans l'exécution.

Pour cela, le tube intérieur, en acier assez dur pour résister aux érosions et aux frottements du projectile, est enveloppé d'un ou de deux rangs de frettes ordinaires, qui lui donnent la résistance trans-

versale nécessaire. Puis il est entouré, dans sa partie postérieure, de tirants en acier forgé, posés longitudinalement et reproduisant, une fois groupés, une jacket fendue suivant deux ou trois génératrices et décomposable en deux ou trois éléments distincts.

Ces tirants se mettent en place (à chaud, bien entendu) avec une extrême facilité et dans des conditions de serrage exactement prévues; leurs portées d'agrafrage sont calculées de façon à ne pas dépasser une pression de 20 kilogr. par millimètre carré sur les surfaces d'appui en contact.

Enfin, un ou deux rangs de frettes ordinaires, également posées à chaud, recouvrent ce manchonnage et lui restituent une résistance transversale suffisante.

La Compagnie de Saint-Chamond a exposé un canon de 155 millimètres de ce système, qui a 36 calibres de longueur. Ce canon a imprimé, aux essais, une vitesse initiale de 700 mètres à un projectile de rupture pesant 40 kilogr., ou de 600 mètres à un projectile explosif de 55 kilogr., sans que la pression intérieure ait dépassé 2 600 kilogr. par centimètre carré; on a d'ailleurs fait croître ensuite cette pression jusqu'à 3 200 kilogr. sans qu'aucune dégradation ait pu être constatée à l'intérieur de l'âme.

D'autres canons du même système, de 200 et de 275 millimètres de calibre, qui n'ont pu être exposés faute de place, sont représentés à l'Exposition par des modèles au $\frac{1}{10}$. Le premier est figuré sur un affût à éclipse (fig. 8), actuellement en construction pour un gouvernement étranger; le second, sur un affût à pivot central, entièrement construit en acier moulé (fig. 9). Ces affûts, comme tous ceux que la Compagnie propose, sont munis du dispositif de frein hydraulique, avec rentrée en batterie automatique, dont nous avons parlé plus haut.

Pour terminer cette rapide revue du matériel d'artillerie exposé par la Compagnie de Saint-Chamond, nous mentionnerons un intéressant canon à tir rapide, dû à la collaboration de MM. Darmancier et Daudeteau, l'inventeur du fusil connu sous ce nom, et l'affût à éclipse pour canon de 120 ou 155 court monté sur plate-forme roulante (fig. 10 et 11), inventé par le commandant du Génie Mougin. Nous n'entrerons dans aucun détail sur cet engin, quoiqu'il nous paraisse appelé à un brillant avenir et destiné à acquérir une grande importance dans la défense des positions fortifiées, parce qu'il a déjà été décrit et apprécié dans de nombreuses publications, notamment ici même (1), puis dans « la Fortification du temps présent », par le général Brialmont (2), dans « les nouveaux explosifs et la fortification », par le commandant Mougin (3), et plus récemment, dans le « Journal des sciences militaires » (4); les livraisons de juin, juillet et août 1889 de cette publication contiennent un mémoire fort remarquable sur « la fortification permanente actuelle », de M. le lieutenant-colonel Crainiciano, professeur de fortification à l'Ecole d'application de l'artillerie et du génie de Bucarest, dans lequel l'auteur s'étend longuement sur cet affût roulant, en fait ressortir les précieuses propriétés et lui assigne un rôle prépondérant dans l'armement des forteresses.

On voit, en résumé, que la Compagnie de Saint-Chamond est merveilleusement outillée pour exécuter, dans les meilleures conditions, les commandes de matériel d'artillerie de l'étranger. Habitée de tout temps au contrôle sévère et minutieux de la Guerre et de la Marine françaises, elle admet en principe, pour leur exécution, le même contrôle et les mêmes cahiers des charges.

Les officiers auxquels incombe la responsabilité de recevoir les bouches à feu dont l'exécution lui est confiée, peuvent en suivre la fabrication depuis la coulée de chaque lingot jusqu'au tir d'épreuve des pièces finies. Après chacune des opérations, si nombreuses, auxquelles cette fabrication donne lieu, — forgeage des lingots, forage, alésage, trempe, recuit, montage, finissage, — ils ont le droit d'exécuter toutes les vérifications qui leur paraissent de nature à les renseigner sur la valeur intrinsèque de la pièce, indépendamment des ruptures d'éprouvettes qui s'exécutent réglementairement après les phases principales du travail du métal. Ils possèdent ainsi, sur le compte de chaque bouche à feu qui leur est présentée, des renseignements aussi détaillés et aussi circonstanciés que ceux dont disposent les chefs d'ateliers eux-mêmes, et n'en prononcent l'admission en recette qu'en parfaite connaissance de cause.

III. Projectiles spéciaux. — En dehors du matériel d'artillerie proprement dit, la Compagnie de Saint-Chamond a donné une grande extension à la fabrication des projectiles en acier extra-dur pour la perforation des plaques de blindage en acier ou en métal compound. Comme pour tant d'autres fabrications spéciales, nous la trouvons encore ici la première en date: c'est, en effet, le 23 avril 1866 que le premier marché, pour 1 000 boulets de 24 centimètres, en acier forgé dur, fut passé par la marine française avec la Compagnie; le second, du 7 décembre de la même année, porte commande de 10 700 projectiles de même métal, pour divers calibres. Depuis cette époque, la fabrication des boulets de rupture a pris une importance croissante, et le nombre de ces projectiles qui sont sortis des usines de la Compagnie atteint aujourd'hui 60 000, représentant un poids supérieur à 5 500 tonnes.

Mais c'est surtout depuis 1882 que d'importantes améliorations ont été apportées dans cette fabrication. L'emploi de l'acier chromé et de procédés de trempe spéciaux, ont assuré à la Compagnie de Saint-Chamond une prééminence éclatante sur tous ses concurrents français et étrangers. Ces progrès, exigés par la substitution, qui s'est partout produite à cette époque, du métal compound ou de l'acier au fer laminé, ont permis aux forges de Saint-Chamond de livrer, à coup sûr, des projectiles restant entiers et sans fentes, après avoir tra-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome VIII, n° 43, page 230.

(2) Bruxelles 1883. Gayot, libraire-éditeur.

(3) Paris 1887. G. Masson, éditeur.

(4) Paris. Beaudouin, éditeur.

versé des plaques en métal dur (1) d'une épaisseur proportionnée à leur calibre.

Malgré leur prix élevé, ces projectiles tendent de plus en plus à s'imposer dans l'armement des navires de tous les pays, en raison des importants résultats qu'ils permettent d'obtenir. On comprend, en effet, qu'un obus qui ne peut traverser la muraille cuirassée d'un navire qu'en se brisant en morceaux, n'utiliserait pas la charge d'explosif dont on aurait pu remplir sa chambre intérieure, et ne produirait que des dégâts limités. Au contraire, si l'obus, tiré à vide, perce cette muraille cuirassée sans se déformer ni se fissurer, il peut être, pour le tir de guerre, bourré de mélinite ou de fulmi-coton, et faire explosion seulement à l'intérieur du vaisseau ennemi; mais là son action destructive sera centuplée et s'exercera aussi bien sur le nombreux personnel accumulé dans le fort central, que sur le matériel si compliqué et si délicat des affûts et bouches à feu qui arment ce fort.

Aussi, lorsque cette nouvelle fabrication eut été affirmée par le succès constant des tirs d'épreuve, la Compagnie de Saint-Chamond ne tarda pas à recevoir du Gouvernement russe la demande de pro-

(1) Les cahiers des charges français prévoient le tir d'épreuve sur des plaques en acier du Creusot. C'est qu'en effet, le Creusot ne produit pas de projectiles durs, tandis que les usines qui font les plaques compound font aussi des projectiles. Il ne faut pas que le fournisseur de plaques destinées aux épreuves puisse être soupçonné de complaisance pour les projectiles.

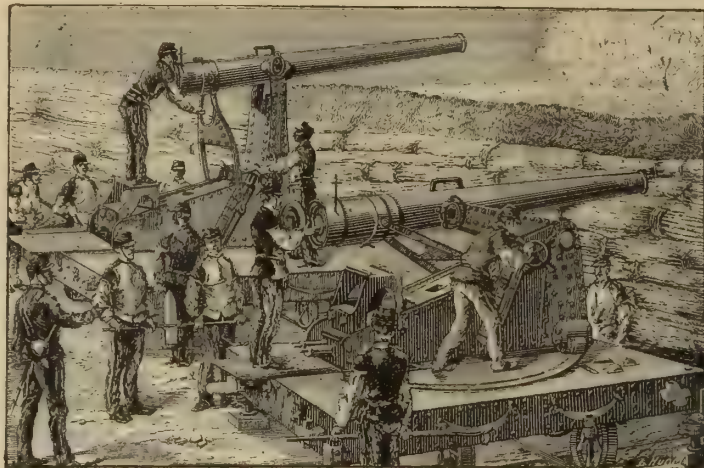


FIG. 10. — Batterie de défense mobile. — Affût à éclipse sur plate-forme roulante.

PROJECTILES DE RUPTURE, OU OBUS EN ACIER CHROMÉ, LIVRÉS DEPUIS 1882.

DATES des MARCHÉS	PAYS	NOMBRE de PROJECTILES	CALIBRE	CONDITIONS DE RECETTE	DATE de L'ESSAI	RÉSULTATS DE L'ESSAI
11 décembre 1882	France artillerie de marine	45	34 ^{cm}	2 obus doivent traverser sous l'incidence de 20° une plaque en acier de 40 ^{cm} d'épaisseur, l'un entier sans fente.	7 septembre 1883	2 obus traversent entiers sans fente. <i>Lot reçu.</i>
7 juillet 1880	id.	100	34 ^{cm}	id.	26 décembre 1883	2 obus traversent, l'un entier sans fente. <i>Lot reçu.</i>
10 décembre 1883	id.	250	34 ^{cm}	id.	13 décembre 1884	2 obus traversent entiers sans fente. <i>Lot reçu.</i>
10 décembre 1883	id.	250	34 ^{cm}	id.	12 juin 1885	2 obus traversent entiers sans fente. <i>Lot reçu.</i>
24 janvier 1887	id.	250	34 ^{cm}	4 obus doit traverser normalement une plaque en acier de 40 ^{cm} d'épaisseur et rester entier sans fente, ou 2 obus doivent traverser, l'un entier sans fente.	22 septembre 1887	2 obus traversent, l'un entier fendu. l'autre entier sans fente. <i>Lot reçu.</i>
24 janvier 1887	id.	250	34 ^{cm}	id.	24 juillet 1888	2 obus traversent, l'un brisé, l'autre entier sans fente. <i>Lot reçu.</i>
15 décembre 1884	id.	250	32 ^{cm}	4 obus doit traverser normalement une plaque en acier de 30 ^{cm} d'épaisseur et rester entier sans fente, ou 2 obus doivent traverser, l'un entier sans fente.	25 juin 1886	4 obus traverse entier sans fente. <i>Lot reçu.</i>
15 décembre 1884	id.	275	27 ^{cm}	4 obus doit traverser normalement une plaque en acier de 25 ^{cm} d'épaisseur et rester entier sans fente, ou 2 obus doivent traverser, l'un entier sans fente.	12 février 1886	4 obus traverse entier sans fente. <i>Lot reçu.</i>
12 juillet 1886	id.	275	27 ^{cm}	id.	18 décembre 1886	4 obus traverse entier sans fente. <i>Lot reçu.</i>
24 janvier 1887	id.	250	24 ^{cm}	id.	5 juillet 1887	2 obus traversent, l'un brisé en deux morceaux, l'autre entier sans fente. <i>Lot reçu.</i>
9 novembre 1885	id.	45	42 ^{cm}	1 obus doit traverser sous l'incidence de 20° une plaque en fer de 50 ^{cm} d'épaisseur et rester entier.	29 décembre 1885	4 obus traverse entier sans fente. <i>Lot reçu.</i>
24 mars 1887	id.	100	42 ^{cm}	id.	17 mars 1888	4 obus traverse entier sans fente. <i>Lot reçu.</i>
13 février 1884	id.	100	37 ^{cm}	4 obus doit traverser normalement une plaque en acier de 40 ^{cm} d'épaisseur et ne se briser qu'en gros morceaux.	24 novembre 1888	4 obus traverse brisé en 5 gros morceaux. <i>Lot reçu.</i>
30 mai 1888	id.	100	37 ^{cm}	id.	28 novembre 1888	4 obus traverse brisé en 5 gros morceaux. <i>Lot reçu.</i>
19 juin 1889	id.	100	37 ^{cm}	id.	"	"
15 janvier 1885	Russie	40	11 pouces 279 ^{mm}	4 obus tiré normalement sur plaque mixte impénétrable de 15 pouces 1/2 (390 ^{mm}) d'épaisseur doit rester entier sans fente, 4 autre obus tiré sous l'incidence de 25° sur plaque en fer de 15 pouces 1/2 d'épaisseur doit rester entier et sans fente.	23 juin 1885	Les 2 obus rebondissent à l'avant des plaques, entiers sans fente. <i>Lot reçu.</i>
6 février 1886	id.	4.400	11 pouces 279 ^{mm}	id.	3 décembre 1886	Les 2 obus rebondissent à l'avant des plaques, entiers sans fente. <i>Lot reçu.</i>
10 juin 1887	Angleterre	300	6 pouces 152 ^{mm}	2 obus doivent traverser normalement une plaque mixte de 9 pouces (228 ^{mm}) d'épaisseur, l'un entier sans fente.	16 janvier 1889	2 obus traversent, l'un fendu. <i>Lot reçu.</i>
5 juillet 1887	id.	300	6 pouces 152 ^{mm}	id.	26 avril 1888	2 obus traversent entiers sans fente. <i>Lot reçu.</i>
13 septembre 1885	id.	300	6 pouces 152 ^{mm}	id.	8 février 1889	2 obus traversent entiers sans fente. <i>Lot reçu.</i>
13 septembre 1885	id.	270	6 pouces 152 ^{mm}	id.	8 mars 1889	2 obus traversent entiers sans fente. <i>Lot reçu.</i>
8 juillet 1887	id.	200	13 pouces 1 343 ^{mm}	4 obus doit traverser entier, ou deux obus doivent traverser en se brisant, un matelas formé d'une plaque mixte de 18 pouces (457 ^{mm}) d'épaisseur et d'une plaque en fer de 6 pouces (152 ^{mm}) d'épaisseur.	16 janvier 1889	2 obus traversent brisés. <i>Lot reçu.</i>
18 septembre 1888	id.	139	9 pouces 2 234 ^{mm}	2 obus doivent traverser, l'un entier sans fente, ou 3 obus doivent traverser en se brisant, une plaque mixte de 14 pouces (355 ^{mm}) d'épaisseur.	15 mars 1889	2 obus traversent brisés. <i>Lot reçu.</i>

jectiles d'essai du calibre de 11 pouces (279 millimètres). Jusqu'à cette époque, la Russie avait toujours commandé ses gros obus de rupture à Krupp, et les recevait en tirant un projectile pour chaque lot, contre une plaque *impénétrable* en fer laminé, sous une incidence de 20° avec la normale. Les obus d'Essen subissaient le choc sans être déformés ni fissurés, mais on savait qu'ils se brisaient en éclats lorsqu'on les tirait normalement, avec la même vitesse, contre une plaque compound, également impénétrable.

L'usine Krupp, informée que les obus de Saint-Chamond devaient être expérimentés au polygone d'Ochkta par un tir normal contre une plaque compound impénétrable, demanda de soumettre au même tir deux projectiles qu'elle donnait comme pouvant affronter impunément cette épreuve. L'expérience comparative eut lieu le 23 juin 1885. La figure 12 représente la plaque après le tir. Les deux projectiles Krupp furent envoyés, le premier, en haut et à droite, le second vers le milieu de la plaque : tous deux furent « réduits en miettes », pour employer l'expression même du procès-verbal, et produisirent d'ailleurs assez peu d'effet, ce qui est facile à comprendre, puisque la force vive dont ils étaient animés fut consommée par leur propre destruction.

Les deux projectiles de Saint-Chamond, au contraire, rebondirent absolument intacts, sans fissures et sans déformation. Leurs effets de

pour l'établissement de cette industrie dans les ateliers de la Société franco-russe, Compagnie d'origine française, qui a d'importants chantiers de construction navale sur les bords de la Neva. Cette fabrication est depuis longtemps en pleine activité.

L'Angleterre, ne pouvant obtenir de ses aciéries, autrefois pourtant si renommées, une qualité de métal analogue à celle des projectiles de Saint-Chamond, s'est également adressée à cette Compagnie, qui lui a fourni, jusqu'à ce jour, plus de 1 500 obus de divers calibres.

Nous donnons, d'ailleurs, ci-dessus, dans le tableau de la page 46, l'état détaillé des projectiles en acier chromé fournis par la Compagnie depuis 1882.

Nous aurions encore de bien curieux détails à donner sur la fabrication, dans les ateliers de Saint-Chamond, des obus-torpilles à grande capacité, et sur les étonnants tours de main au moyen desquels ses habiles forgerons produisent ces gigantesques *enveloppes* que tous les visiteurs de l'Exposition ont admirées, et qui atteignent 1^m 40 de hauteur pour un calibre de 275 millimètres. Nous ne pouvons cependant nous empêcher d'exprimer ici le regret que le service de l'artillerie n'ait pas cru devoir continuer à confier cette fabrication à l'industrie privée, et se la soit appropriée en grevant le budget d'une dépense de plus de 5 millions, pour la mettre en train dans son arsenal de Lyon.

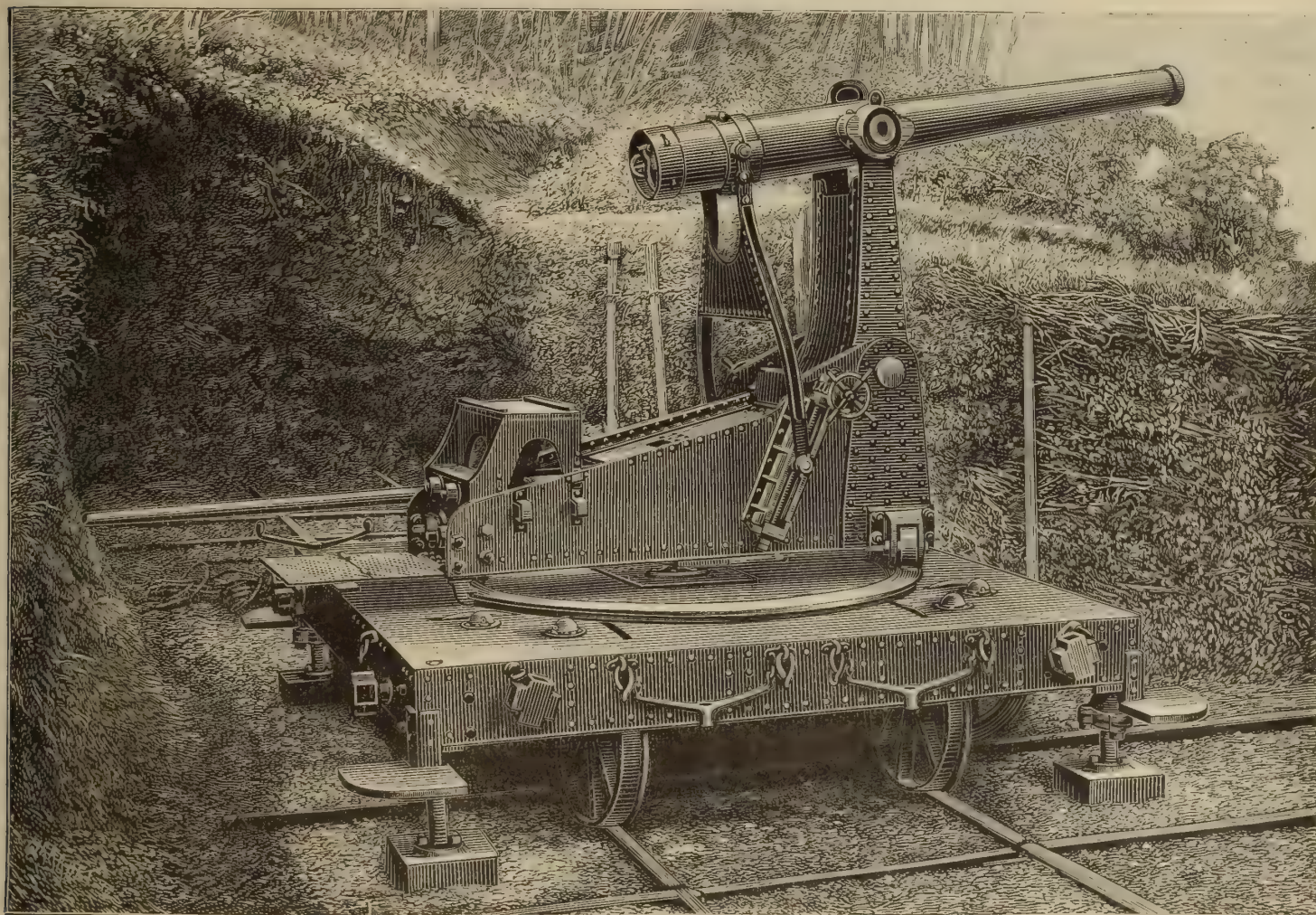


FIG. 11. — Canon de 120 millimètres sur affût à éclipse et plate-forme roulante.

destruction furent beaucoup plus importants, car la totalité de leur force vive dut se dépenser au détriment de la cible. On voit sur la même figure, que le premier projectile, en haut et à gauche, produisit de profondes fissures, intéressant toute l'épaisseur de la plaque. Quant au second, tiré vers la partie inférieure, il cassa nettement cette plaque en deux, suivant une section sensiblement horizontale.

A la suite de ce brillant résultat, le Gouvernement russe fit immédiatement aux forges de Saint-Chamond une commande de 1 400 projectiles de même calibre.

L'usine d'Essen, ne se tenant pas encore pour battue, demanda et obtint un contre-essai qui n'eut lieu que le 20 juin 1886, parce qu'un premier lot d'essai, envoyé par Krupp en avril, fut retiré aussitôt après son arrivée à Ochkta et remplacé par quatre autres obus qui ne furent prêts qu'en juin. S. A. I. le grand-duc Michel, Grand maître de l'artillerie, était présent au tir, qui donna absolument les mêmes résultats que celui de l'année précédente. Les deux projectiles Krupp furent encore réduits en miettes. Quant à l'obus de Saint-Chamond, pris au hasard parmi les 1 400 fournis l'année précédente, il rebondit intact, sans fentes ni gonflement.

La supériorité de la fabrication française était si éclatante, que le Gouvernement russe n'hésita pas à s'en assurer le bénéfice d'une manière permanente, et s'entendit avec la Compagnie de Saint-Chamond, en lui donnant un minimum de commandes d'environ 1 600 tonnes,

IV. Tourelles cuirassées. — L'industrie métallurgique a trouvé, depuis un certain nombre d'années, un nouveau et important débouché dans la construction des ouvrages cuirassés pour l'armement de la fortification. Même avant l'apparition des obus chargés de mélinite ou d'explosifs analogues, les Ingénieurs militaires s'étaient rendu compte que l'emploi des obus à balles (*shrapnells*) de gros calibre devait conduire infailliblement à abriter dans des casemates ou des tourelles cuirassées, celles des bouches à feu de rempart qu'on aurait particulièrement intérêt à maintenir longtemps sous le feu de l'ennemi. Disons de suite que l'usage de plus en plus prépondérant des explosifs violents dans le chargement des projectiles de siège n'a fait qu'accentuer cette nécessité. Aujourd'hui, les écrivains militaires qui font autorité sont à peu près unanimes à reconnaître que les canons sous tourelles sont seuls en état, parmi les pièces de *position*, de présenter une résistance sérieuse aux procédés d'attaque dont dispose actuellement l'artillerie de siège. Depuis plusieurs années, le général belge Brialmont, le célèbre constructeur d'Anvers, a mis sa grande autorité d'Ingénieur et son remarquable talent d'écrivain et de polémiste au service de cette cause. Il a été suivi dans cette voie, avec un grand éclat, par le général von Sauer, le major Schumann, le lieutenant-colonel Wooduin, etc., etc.

L'homme éminent qui, pendant dix ans, a dirigé avec tant d'habileté, de dévouement et de succès la réorganisation défensive de nos

frontières, le général Séré de Rivières, auquel l'art de la fortification a dû de réaliser de si éclatants progrès, avait l'esprit trop pénétrant et le coup d'œil trop juste pour ne pas pressentir nettement l'importance du rôle que les cuirassements métalliques étaient appelés à jouer dans la transformation nécessaire des anciens modes de fortifier.

Aussi avait-il à peine pris depuis quelques mois possession de sa double charge de secrétaire du Conseil supérieur de la Défense et de Directeur du Génie au Ministère de la Guerre, qu'il institua une Commission chargée des études relatives à l'emploi des plaques de cuirasse dans la fortification. La présidence de cette Commission fut confiée d'abord à M. le général Cadart (avril 1874), puis, l'année suivante, passa à M. le général Segretain, aujourd'hui président du Comité du Génie et membre du Conseil supérieur de la Guerre.

Les membres de cette Commission avaient été soigneusement choisis



FIG. 12. — Essai de projectiles sur une plaque Compound de 15 pouces d'épaisseur (3 p. acier, 10 p. fer) de l'usine Cammell. — Projectile en acier de 11 pouces.

Deux projectiles Krupp, au centre et en haut à droite; les projectiles se sont brisés sans perforation.

Deux projectiles de Saint-Chamond, en haut à gauche et au bas; intacts après avoir traversé la plaque.

parmi les spécialistes les plus éminents de l'Artillerie de terre et de mer, du Génie militaire et du Génie maritime. Le général de Rivières lui donna pour secrétaire permanent un jeune officier du Génie, le capitaine Mougin, dont il prisait très haut l'esprit judicieux, fécond et laborieux, et qu'il avait attaché à sa personne en qualité d'aide de camp, aussitôt après la guerre de 1870-71. Cette Commission reçut le programme le plus libéral et les pouvoirs les plus étendus. Après quatre mois d'études et de recherches historiques et théoriques, elle se transporta à Lorient, où elle devait trouver à sa portée les précieuses sources de renseignements et d'informations que pouvaient lui fournir la Commission de réception des cuirassements de la marine et la Commission permanente d'expériences de l'artillerie de mer, qui fonctionnaient toutes les deux sur le polygone de Gâvre, dépendant du port de Lorient. Là, elle se renforça et se compléta par l'adjonction des principaux Ingénieurs et officiers de ces deux Commissions, et reçut carte blanche pour construire et expérimenter, aux frais du budget du Génie militaire, tous les dispositifs qui lui paraîtraient intéressants à étudier, et pour poursuivre toutes les recherches expérimentales qu'elle jugerait de nature à faire progresser la question générale au succès de laquelle elle était dévouée.

Ses travaux ne durèrent pas moins de quatre années (d'août 1874 à août 1878), pendant lesquelles elle fit construire des dispositifs

cuirassés comportant l'emploi de 700 tonnes de métal et coûtant plus de 1 800 000 francs; en 180 séances sur le terrain, elle tira sur ces dispositifs 3166 coups de canon, dont tous les effets furent notés et relevés coup par coup. Ces tirs ont nécessité l'emploi d'environ 21 tonnes de poudre et de 104 tonnes de projectiles. Comme le général de Rivières se plaisait à le répéter, la capitaine Mougin devint la cheville ouvrière de la Commission et fut l'âme de cette gigantesque expérimentation. Ce fut lui qui dessina tous les projets et qui en dirigea l'exécution; ce fut lui qui rédigea tous les rapports et comptes rendus et, finalement, lorsque la Commission considéra son œuvre comme terminée, ce fut lui qui étudia tous les projets d'ensemble et de détails des différents types d'ouvrages cuirassés, casemates et tourelles, dont la Commission proposa au Ministre l'exécution dans les places. Entre temps, et en outre des nombreuses inventions que la Commission fit siennes et prit sous son patronage, comme le système de pointage et de mise de feu électrique des tourelles, l'emploi du pivot hydraulique pour faciliter leur mouvement de rotation, l'utilisation du béton de ciment pour protéger les substructions des ouvrages cuirassés, etc., le capitaine Mougin présenta, à titre personnel, d'intéressantes propositions, parmi lesquelles, pour ne citer que celles qui sont passées depuis dans la pratique, l'affût de siège et place sur plate-forme roulante dont nous avons parlé plus haut et que la Compagnie de Saint-Chamond a exposé, le type de casemate cuirassée en fer laminé, avec masque d'embrasure circulaire qui a été appliqué dans les forts d'arrêt de la haute Moselle, etc. (1).

Ces travaux justifiaient et firent accueillir avec la plus vive sympathie, par l'opinion publique dans le Génie, l'avancement rapide dont bénéficia le capitaine Mougin. Nommé bientôt chef de bataillon, il fut mis, à la fin de 1878, à la tête du service des cuirassements au Ministère de la Guerre, service créé pour lui et sur son initiative. Pendant huit années consécutives, il put donner libre carrière à son

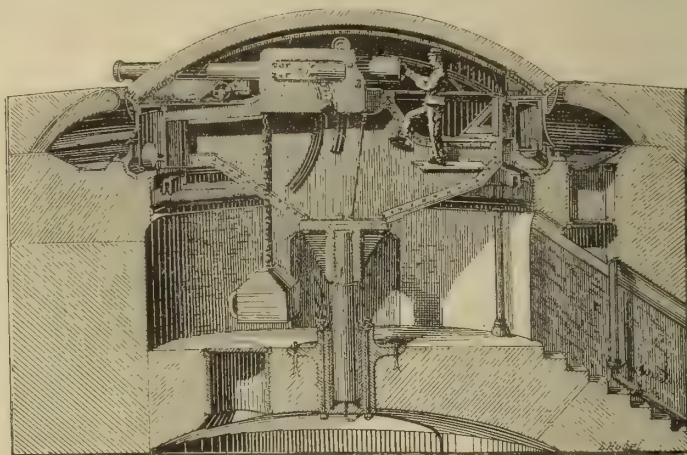


FIG. 13. — Tourelle tournante système Mougin.

goût prononcé pour les arts de la mécanique et de la métallurgie, faisant de nombreux voyages en France et à l'étranger, pour se tenir au courant de tous les progrès intéressant sa spécialité, étudiant, de concert avec les chefs du génie des places, l'adaptation des ouvrages cuirassés aux forts désignés pour les recevoir, dirigeant leur exécution dans les usines, leur armement et leur montage en place, etc. Ce travail courant ne l'empêchait pas de produire de nombreux travaux personnels : projets d'affût à éclipse pour la défense des côtes; de tourelle à éclipse, armée de mitrailleuses, pour améliorer la défense des forts par la mousqueterie; affût à embrasure minimum, que des raisons d'une nature particulière empêchèrent d'adopter pour l'armement des tourelles françaises, malgré le succès avec lequel il fut expérimenté au fort de Giromagny en 1880; projet de tourelle pour la défense des côtes, avec application au fort Boyard et à la digue de Cherbourg, étudié avec la collaboration des Ingénieurs du Creusot. Ce projet valut à son auteur la grande médaille d'or que le Comité du Génie est autorisé à décerner chaque année aux « découvertes ou inventions intéressant la fortification et l'art des constructions »; il ne fut pas exécuté, faute de crédits suffisants.

On peut affirmer que c'est à la ténacité de cet éminent Ingénieur, à sa foi ardente dans la valeur de son œuvre, qu'est dû le succès de ses efforts. Il a armé la fortification française de 25 tourelles et de 14 casemates cuirassées, qui peuvent légitimement être considérées comme son œuvre personnelle et qui constituent, aujourd'hui, en présence des nouveaux obus-torpilles dont l'attaque dispose, le principal élément résistant de l'armement de nos forts.

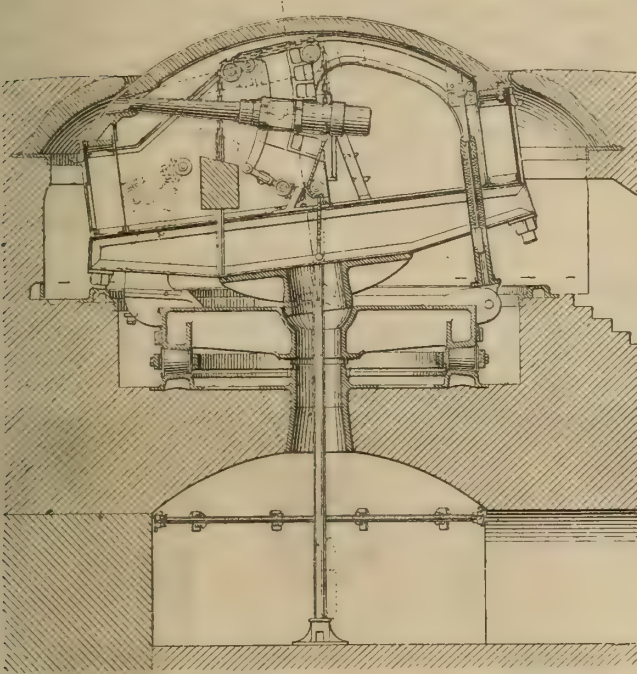
On voit, par ce rapide exposé de la carrière militaire du commandant Mougin, que lorsque M. de Montgolfier résolut d'organiser dans ses usines un service spécial pour l'étude et la construction des casemates et tourelles cuirassées, prenant ainsi, suivant les traditions de sa Compagnie, une initiative qu'aucune autre Société industrielle française ne saurait revendiquer, il ne pouvait se donner un collaborateur mieux indiqué et mieux préparé, par tous ses travaux antérieurs, à prendre la direction de ce nouveau service.

M. de Montgolfier, d'ailleurs, connaissait personnellement, depuis de longues années, le commandant Mougin; il l'avait vu à l'œuvre sur le polygone de Gâvre, au tir contre les dispositifs sortis des usines de

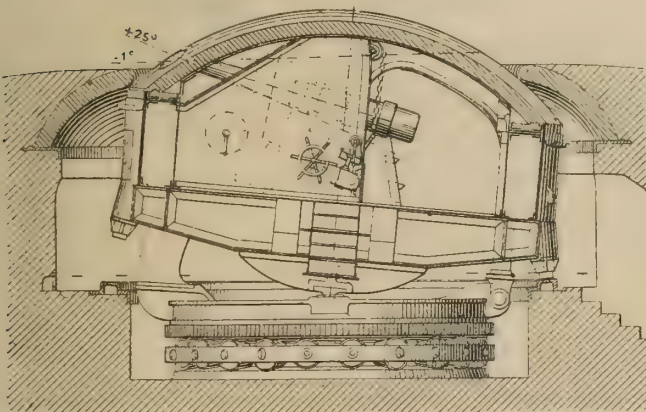
(1) On en trouvera la description et l'appréciation dans l'ouvrage du général Brialmont: *La Fortification du temps présent*, paru en 1887 à Bruxelles, chez Guyot, éditeur.

Saint-Chamond ; il s'était trouvé en relations constantes avec lui pendant la période de construction courante des ouvrages cuirassés de la fortification française, ouvrages dont une partie considérable provient de ces mêmes usines. Enfin, il l'avait souvent assisté de ses conseils et avait mis à son service sa grande expérience de métallurgiste et de constructeur, pour l'étude pratique des nombreuses propositions que le commandant Mougin ne cessait de présenter au comité du Génie et au ministère. Depuis l'apparition des premiers obus de rupture en acier chromé et la constatation de leurs terribles effets sur les cuirassements en fonte durcie, ils s'étaient mis tous deux absolument d'accord sur la nécessité de substituer le fer laminé à la fonte durcie et généralement aux métaux durs et cassants, dans la construction des ouvrages cuirassés appelés, comme les tourelles de fortification, à subir un tir qui peut être recommencé tous les jours pendant des mois entiers.

Position d'éclipse. — Coupe par AB et CD.



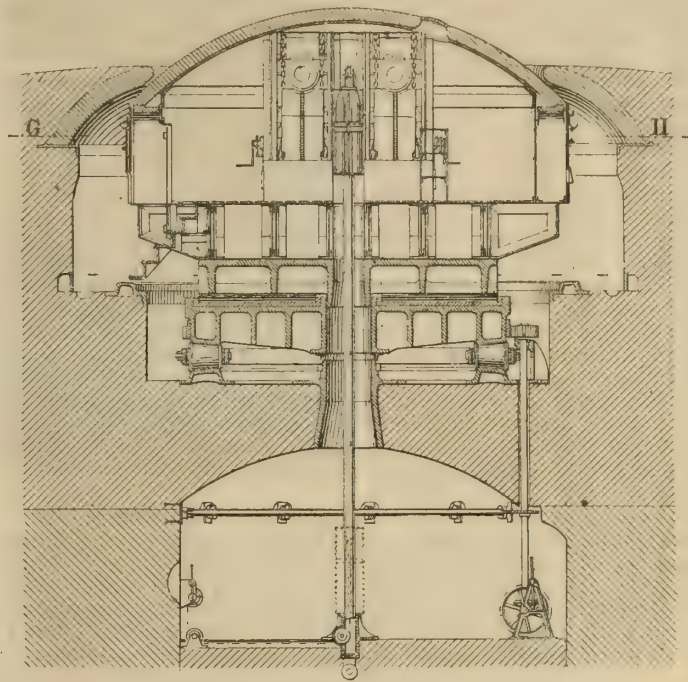
Position de tir. — Élévation et coupe par ABEF.



Elle dut même s'adresser, pour la fourniture de son cuirassement, à un autre établissement, les forges de Dillingen.

Aux expériences plus récentes du camp de Châlons, le fer laminé de Saint-Chamond ne s'est pas montré moins franchement supérieur à tous les autres métaux essayés, aussi bien contre l'action des obus-torpilles à la mélinite que contre le tir direct des obus en acier chromé. Malgré le secret dont on a cherché à entourer ces expériences, la Compagnie de Saint-Chamond a reçu la notification officielle de cette constatation, ainsi que du succès obtenu par sa plaque en fer laminé aux épreuves complémentaires exécutées postérieurement à la poudrerie du Bouchet. Dans ces expériences, la plaque de Saint-Chamond a seule pu supporter, sans être brisée, l'action d'un pétard de mélinite, qui a nettement cassé, en deux ou plusieurs morceaux, toutes les plaques concurrentes, en acier laminé, forgé ou coulé, trempé au plomb, à l'huile ou à l'eau.

Coupe transversale.

Demi-plan, le cuirassement mobile supposé enlevé
Demi-coupe par GH.

Coupe longitudinale par l'axe du ressort d'équilibre de gauche. Position de tir.

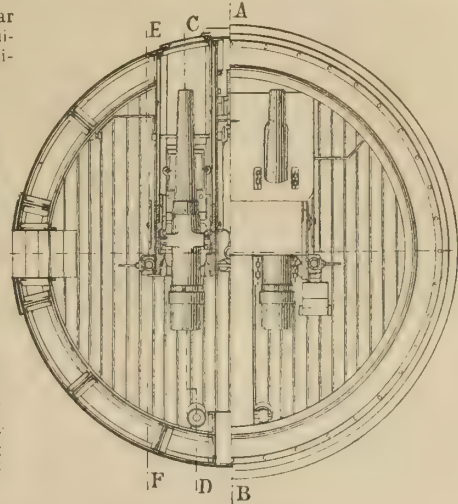
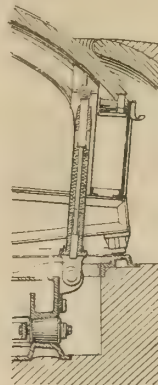


FIG. 14, 15, 16 et 17. — Tourelle oscillante à éclipse, cuirassée en fer laminé, pour deux canons de 15 centimètres.

Dès 1881, ils avaient présenté ensemble, au Ministère de la Guerre, une proposition tendant au remplacement, par des plaques en fer laminé, des voussoirs en fonte dure des tourelles déjà construites. En 1884, ils firent partager leur conviction à cet égard au général Brialmont, qui, chargé de la haute direction des études pour la construction du camp retranché de Bucarest, s'occupait déjà de déterminer le type de tourelle cuirassée qui devait armer les ouvrages de cette forteresse. Les expériences exécutées en avril 1884, par les soins et aux frais de la Compagnie de Saint-Chamond, sur son polygone de Langonand, expériences qui furent suivies avec intérêt par de nombreux officiers français et étrangers, établirent nettement cette supériorité du fer sur les métaux durs pour l'usage particulier dont il s'agit. Aussi, lorsque, l'année suivante, le gouvernement roumain commanda une tourelle cuirassée aux usines Gruson, de Magdebourg, pour l'expérimentation en concurrence avec la tourelle Mougin (fig. 13) que devaient construire les forges de Saint-Chamond, la fonderie allemande, prévenue que l'attaque serait exécutée au moyen d'obus de rupture en acier chromé de Saint-Chamond, abandonna spontanément son ancien système de construction en fonte dure et fournit aussi une tourelle en fer laminé.

Plus récemment encore, le gouvernement belge ayant réparti entre plusieurs usines l'importante commande des tourelles destinées à l'armement de Liège et de Namur, éprouva le besoin d'éclairer sa religion au sujet du métal à adopter pour le cuirassement de ces tourelles, et recommença à Brasschaët, sur une plus grande échelle, les expériences du Bouchet. La supériorité de la plaque en fer laminé de Saint-Chamond s'affirma, là encore, avec un tel éclat, que l'emploi de ce métal vient d'être imposé, à l'exclusion de tout autre, aux usines qui ont reçu les commandes. La Compagnie de Saint-Chamond exécuta en ce moment, outre les quatorze tourelles qui lui ont été demandées directement, les blindages en fer laminé des neuf tourelles commandées à l'usine Gruson.

Nous n'entreprendrons pas ici la description des nombreux systèmes de tourelles construites par la Compagnie de Saint-Chamond sous la direction du commandant Mougin. Celles qui ont été essayées à Bucarest et au camp de Châlons ont été souvent décrites, malgré le secret dont on a cherché à entourer ces dernières expériences. La Compagnie expose le modèle au 1/10 des tourelles qu'elle construit en ce moment

pour la Belgique, et qui ne diffèrent des précédentes que par des détails sans grand intérêt.

Mais nous ne pouvons nous dispenser de signaler d'une manière toute spéciale la tourelle *oscillante*, la dernière création du commandant Mougin, dont le modèle au 1/10 a été particulièrement remarqué dans l'exposition si variée et si intéressante de la Compagnie de Saint-Chamond.

Cette coupole (fig. 14 à 17), comme son nom l'indique, oscille à volonté autour d'un axe horizontal inférieur, qui la relie à une plate-forme de rotation analogue à une robuste plaque tournante de chemin de fer. Dans la *position d'éclipse*, qui en est la position la plus habituelle, les deux embrasures sont cachées sous l'avant-cuirasse; la calotte sphérique supérieure ne présente ainsi aucun point faible et n'offre aucun accès aux éclats de projectiles. Le pointage en hauteur des canons, le pointage en direction de la tourelle elle-même, l'élévation des munitions, le chargement et l'amorçage des pièces sont exécutés dans cette position. Lorsqu'il ne reste plus qu'à faire feu, les quatre hommes (deux par canon) qui ont exécuté ces diverses opérations préliminaires, viennent agir sur une manivelle disposée dans l'intérieur de la tourelle et font rapidement tourner celle-ci d'environ dix degrés autour de l'axe horizontal; ils l'amènent ainsi, sans effort (car son poids est équilibré par un ressort), à la *position de tir*, dans laquelle les deux embrasures émergent au-dessus de la plongée. Il suffit de presser alors un bouton électrique pour faire feu à la fois des deux canons. Le circuit électrique ne peut se fermer que dans la position de tir, grâce à une disposition automatique qui s'oppose d'une manière absolue à ce qu'il se ferme dans toute autre position.

Au moment du tir, les deux canons, qui n'ont pas d'affûts et font corps avec la tourelle, entraînent celle-ci dans leur mouvement de recul et lui font décrire un angle supplémentaire d'un peu plus de un degré, ce qui comprime d'environ 10 centimètres un tampon de choc à ressort, sur lequel elle est venue prendre appui. La précision du tir en portée ne saurait être compromise à aucun degré par la présence de ce ressort; celui, en effet, qui fléchit sous le choc du tir, est soumis à une pression initiale de plusieurs tonnes, et l'action des quatre servants ne saurait, quelle que fût la brutalité de leur action, le comprimer, même d'un dixième de millimètre.

Aussitôt après le tir, les quatre servants actionnent en sens inverse leur manivelle, et la tourelle revient presque immédiatement à la position d'éclipse.

Ce rapide exposé montre que la coupole oscillante répond à toutes les objections qui pouvaient encore, après les expériences si catégoriques et si décisives de Bucarest et du camp de Châlons, être présentées contre la mise en service courant des tourelles cuirassées.

Ces objections, en effet, se ramènent toutes à l'un des titres suivants :

1° La bouche des canons est trop vulnérable : malgré le mouvement de rotation continu de l'ouvrage, elle peut être atteinte, soit par le tir direct, même d'obus de campagne, soit par les éclats qui projette dans tous les sens, en leur communiquant des vitesses excessives, l'explosion des obus-torpilles ;

2° Le jeu ménagé entre la volée des canons et les parois intérieures des embrasures laisse rentrer la fumée du tir et peut livrer passage à des éclats dangereux ;

3° Il est difficile d'empêcher l'envahissement de la tourelle par les gaz délétères provenant de l'éclatement des obus-torpilles sur la plongée et d'assurer la ventilation parfaite de l'intérieur de cet ouvrage ;

4° Les affûts à recul réduit comportent des freins hydrauliques dont la réparation, en cas de besoin, ne serait pas à la portée du premier canonnier venu ;

5° Même objection pour les appareils hydrauliques employés pour faire le pointage en hauteur et pour faciliter la rotation de la tourelle ;

6° Le tir en mouvement continu absorbe un nombre de servants considérable ou entraîne la sujétion de l'emploi d'une machine à vapeur.

Or, la tourelle oscillante, à laquelle aucun des visiteurs de l'exposition de Saint-Chamond n'a marchandé le tribut de son admiration, supprime tous ces inconvénients, puisqu'elle jouit des propriétés suivantes :

1° Le cuirassement a toujours la forme d'une calotte sphérique, et les expériences de Bucarest et du camp de Châlons ont mis hors de toute contestation la supériorité de cette forme, au point de vue de la résistance, sur toutes les autres précédemment essayées ;

2° Les bouches à feu n'ont pas de saillie en dehors du cuirassement; au contraire, elles sont légèrement en retraite et l'obturation des embrasures est complète. Aucun éclat d'obus ne peut donc pénétrer dans l'intérieur, et l'enfumement de la tourelle par son propre tir n'est pas à craindre. La tranche de bouche des canons n'est exposée, même pendant les quelques secondes nécessaires au tir de chaque salve, qu'aux projectiles arrivant exactement dans la direction de ces pièces ;

3° La partie oscillante de l'ouvrage constitue une *boîte étanche*, dans laquelle ne peuvent pénétrer les gaz délétères provenant des explosions de mélinite. La petite quantité de fumée qui tombe des fermetures de culasse au moment où on les ouvre, est facilement chassée par un courant d'air frais provenant d'un ventilateur établi dans les substructions de la fortification. Cet air pur est amené à la partie supérieure de l'ouvrage par le guide du monte-charge, lequel est un tube en fer creux étiré, solidement implanté par son pied dans le radier inférieur ;

4° Les canons n'ont plus de recul, d'où suppression de l'affût proprement dit ;

5° Le système ne comporte aucune espèce d'appareil hydraulique ;

6° Il n'y a plus intérêt à donner à la tourelle un mouvement de rotation continue : donc, aucune raison d'employer une machine à vapeur ;

7° Le personnel de service ne comporte que cinq hommes et un sous-

officier : deux pointeurs-servants et deux servants à la partie supérieure ; un pourvoyeur dans le sous-sol et un sous-officier chef de tourelle, qui exécute lui-même, avec l'aide du pourvoyeur, le pointage en direction. Aucun système d'affût ne comporte le service avec un personnel aussi réduit : six hommes, chef compris, pour deux canons de 155 longs qui peuvent aisément tirer deux salves en trois minutes.

Rien ne donne une idée plus nette des avantages de la tourelle oscillante que la comparaison de sa manœuvre avec celle de la tourelle s'éclipsant par mouvement vertical alternatif, qui a été expérimentée au camp de Châlons en même temps que la tourelle tournante du commandant Mougin.

Cette tourelle, proposée par M. le colonel du Génie Bussière, qui avait succédé au commandant Mougin comme chef du service des cuirassements au ministère de la Guerre, avait été exécutée par la Compagnie de Fives-Lille, dont les Ingénieurs, habitués à construire des ponts tournants et autres grands appareils à mouvement hydraulique, ont acquis une habileté consommée dans le maniement de l'eau en pression. Malgré tout le talent dépensé pour réaliser et mettre sur pied l'idée du colonel Bussière, cette tourelle exigeait, pour le tir de chaque salve, un temps total assez considérable pour atténuer jusqu'à un certain point le bénéfice de l'éclipse. Il fallait, en effet, par une première manœuvre hydraulique, provoquer l'ascension verticale de la tourelle en dépassant un peu la position de tir ; par une deuxième manœuvre, engager, de dehors en dedans, trois coins de calage ; par une troisième, laisser la tourelle descendre légèrement et s'appuyer sur ces coins. Puis on faisait feu. Il fallait ensuite, par une quatrième manœuvre hydraulique, remonter la tourelle de quelques centimètres, enfin, par une cinquième manœuvre, la laisser descendre à la position d'éclipse.

Or, dès le début de ces opérations, la tourelle, grâce à sa forme cylindrique, se dessinait sur l'horizon sous l'apparence d'un rectangle à angles vifs, parfaitement visible de loin. Les pièces ennemies destinées à la détruire ou à éteindre son feu auraient eu largement le temps de lui envoyer leur salve et de l'atteindre en plein avant qu'elle n'ait pu même commencer son mouvement de descente. En-

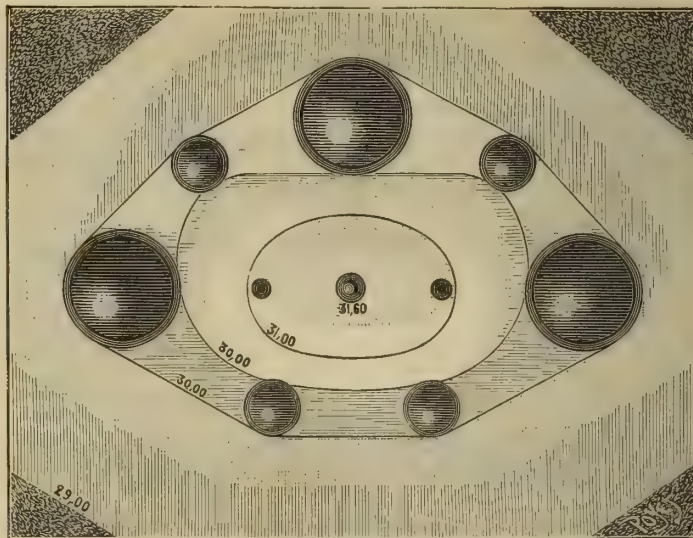


FIG. 18. — Plan du projet de fort du commandant Mougin.

core n'aurait-il pas fallu que son personnel manquât de sang-froid et fit jouer un robinet pour un autre.

Du reste, les inconvénients que nous venons de signaler sont inhérents aux coupoles à éclipse verticale quelles qu'elles soient, bien entendu, et nullement particuliers à celle du camp de Châlons.

Dans le fonctionnement de la tourelle oscillante, au contraire, on n'a à redouter aucun inconvénient de ce genre. Quand les quatre servants de l'étage supérieur font basculer l'ouvrage, son contour apparent reste constant, l'ennemi voit toujours le même secteur circulaire émerger de l'horizon, et rien n'appelle son attention sur l'intérêt qu'il aurait à faire feu à ce moment. Il n'y a même pas à craindre qu'il voie les embrasures apparaître au-dessus de la plongée, car ces embrasures, qui n'ont pas 0^m 50 de hauteur verticale, seront aisément dissimulées par les broussailles ou les végétations qui poussent toujours sur les terrassements antérieurs. Si l'ennemi fait feu au moment où la lueur et la fumée qui sortent des embrasures lui indiquent que la tourelle est dans sa position relativement vulnérable, il faudra toujours bien 3 ou 4 secondes à ses projectiles pour franchir les 1 000 à 1 500 mètres qui le séparent de la tourelle, et au bout de ce temps, la contre-oscillation sera terminée : l'ouvrage sera revenu à la position d'éclipse.

Et ces précieux avantages, nous ne saurions trop le faire remarquer, sont obtenus par des moyens rustiques, c'est-à-dire éminemment militaires, sans machine d'aucune espèce ; avec un personnel réduit à un minimum absolu et au moyen d'organes tellement simplifiés qu'on ne voit pas trop comment il serait possible de les simplifier davantage ; tandis qu'une tourelle à éclipse verticale, pour tirer un seul coup de canon, exige la mise en train d'une machine à vapeur de 12 à 15 chevaux et d'un considérable dispositif hydraulique.

Nous dirons, en terminant, que cette merveilleuse machine, qui nous paraît donner le dernier mot du problème, est actuellement en construction dans les ateliers de Saint-Chamond, et sera complète-

ment montée au printemps de l'année prochaine, sur le polygone de la Compagnie à Langonand. Les officiers que la question intéresse, pourront l'y voir fonctionner et faire feu de ses deux canons de 155 longs.

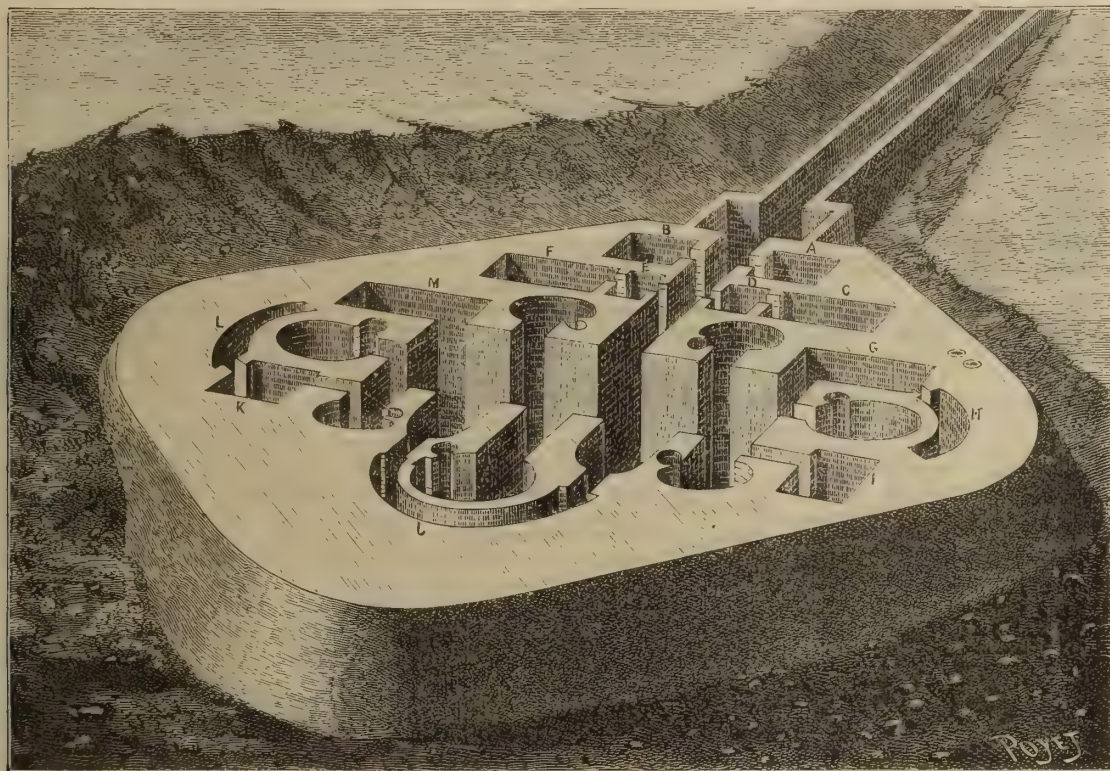


FIG. 19. — Vue cavalière des locaux souterrains du projet de fort du commandant Mougin.

Nous avons dit plus haut que l'apparition des obus-torpilles à charge de mélinite ou d'explosifs analogues n'avait fait qu'accentuer davantage la nécessité, déjà constatée antérieurement par nombre d'écrivains militaires autorisés, d'établir dans des tourelles cuirassées la totalité de l'armement des positions fortifiées.

Lorsque les expériences de la Malmaison eurent semé le découragement parmi les officiers du Génie, et persuadé à un grand nombre d'entre eux que c'en était fait à tout jamais de la fortification, le commandant Mougin fut le premier à ranimer les courages abattus. Dans une plaquette publiée au printemps de 1887 (1), il posa un certain nombre de principes qui ont, depuis, été adoptés un peu partout, et démontra qu'on pouvait encore, par un judicieux emploi des tourelles cuirassées et du béton de ciment, faire d'excellente fortification permanente, « présentant, même aux nouveaux moyens d'attaque, une résistance beaucoup plus sérieuse que celle qu'on demandait à l'ancienne ». Après avoir esquissé, à grands traits, la physionomie que présentera, d'après lui, le fort de l'avenir, il indiquait le parti que la défense des positions fortifiées était appelée à tirer de l'emploi de pièces de gros calibre établies sur la plate-forme roulante déjà mentionnée plus haut.

Cette brochure, à laquelle on ne pouvait guère reprocher que son extrême concision, et dont les propositions judicieuses et originales auraient peut-être gagné à être présentées avec de plus amples développements, eut néanmoins un succès extraordinaire et fit, dans les cercles militaires, en France et à l'étranger, une profonde impression. Le général Brialmont lui consacra une importante discussion dans son dernier ouvrage « Influence du tir plongeant et des obus-torpilles sur la fortification » (2), et, tout en combattant avec sa vivacité habituelle certaines des dispositions proposées, notam-

ment la suppression du fossé, que le commandant Mougin ne répudiait, en somme, que parce que les expériences de la Malmaison avaient démontré l'impossibilité de l'établir dans des conditions suffisantes de résistance, le grand Ingénieur belge reconnaissait hautement l'intérêt

qu'il y avait à réunir, suivant la proposition du commandant Mougin, toutes les tourelles d'un fort dans le massif unique en béton de ciment, que celui-ci appelait un *rocher artificiel*.

Peu de temps après, le commandant Mougin rédigea et étudia en détail le projet de fort (fig. 18, 19 et 20 (1)) qu'il avait décrit sommairement dans sa brochure, et le présenta au Ministre de la Guerre. Il proposait, au nom de la Compagnie de Saint-Chamond, d'en entreprendre, sur un point à déterminer, la construction à forfait, c'est-à-dire en prenant à la charge de cette Compagnie, tous les aléas que pourrait comporter la première réalisation d'un travail si différent de ce qui avait été construit jusqu'alors en fait de fortification.

Nous extrayons, sur les négociations dont cette proposition a été l'objet, les intéressants détails qui suivent, d'une lettre adressée par le commandant Mougin au journal *Paris*, en réponse à un article humoristique, dans lequel le rédacteur militaire de ce journal avait protesté contre un emploi de la *machinerie* qu'il jugeait exagéré :

« En France, mes idées n'ont pas trouvé un accueil moins encourageant. J'ai présenté, le 18 juillet 1887, à M. le Ministre de la Guerre, un projet de fort conforme à la description de ma brochure, en lui offrant, au nom de la Compagnie des forges de Saint-Chamond, dont les titres sont assez connus dans le monde industriel et dans le monde militaire pour que je n'aie pas à les établir ici, d'entreprendre à forfait la construc-

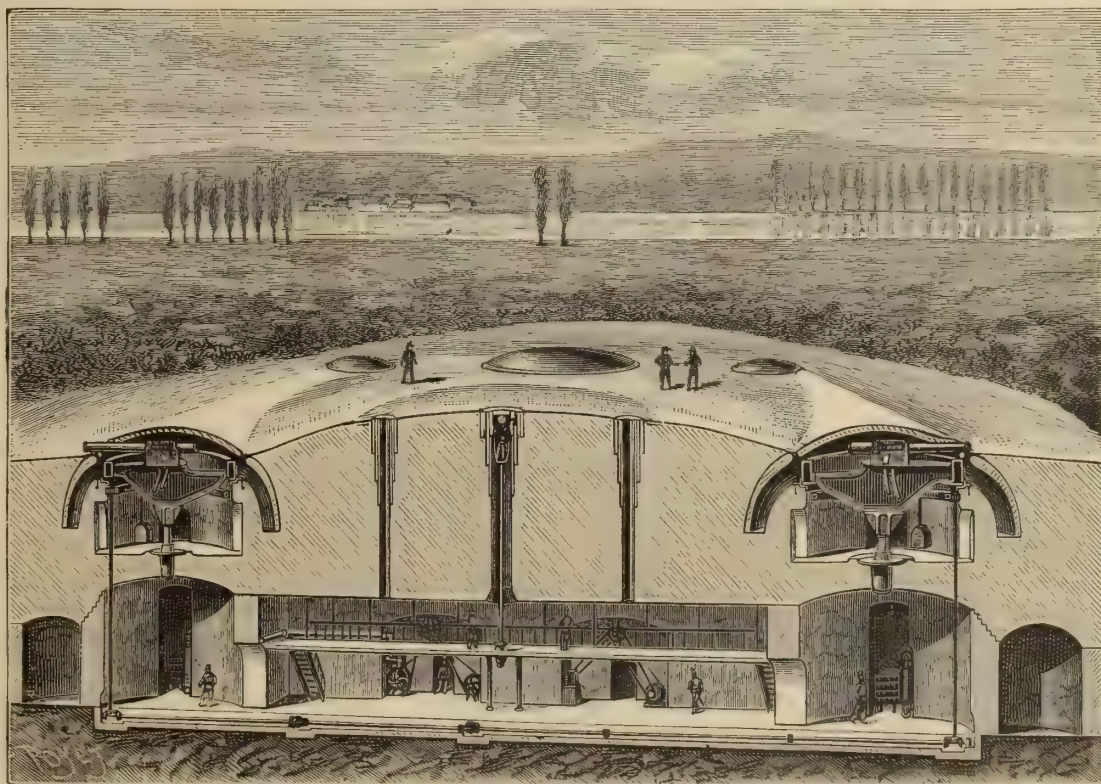


FIG. 20. — Coupe transversale du projet de fort du commandant Mougin.

tion et l'armement d'un pareil ouvrage pour la somme ferme de 2 500 000 francs.

» Le Ministre a soumis cette proposition à l'examen d'une haute commission composée de six généraux de division, trois de l'artillerie et trois du génie, commission chargée de définir et de formuler les principes qui devront, à l'avenir, guider les officiers du génie dans la rédaction des projets de fortification.

(1) *Les nouveaux explosifs et la fortification*. — G. Masson, l'éditeur.

(2) Bruxelles. — Guyot éditeur, 1888.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XII, n° 3, page 42.

» Il me suffira, pour vous édifier sur l'autorité et la compétence de cette commission, de vous dire qu'elle était composée des présidents des comités de l'artillerie et du génie, de l'officier général que le vœu unanime de l'armée désigne pour occuper, à la prochaine entrée en campagne, le poste de major-général, et des gouverneurs militaires de Toul, de Verdun et d'Epinal.

» A l'unanimité, ces messieurs ont demandé au Ministre de mettre immédiatement quatre de ces forts en construction, un dans chacune de nos grandes places de l'Est. Le Ministre, après en avoir délibéré avec ses chefs de service, a estimé qu'il était prudent de construire d'abord un seul de ces ouvrages, et a décidé (dépêche ministérielle du 23 juillet 1887) que le fort en question serait construit à forfait par la Compagnie de Saint-Chamond sur une position des environs de Verdun. M. le gouverneur de Toul voulut bien m'informer à ce propos qu'il avait écrit au Ministre pour lui demander que la place dont il répondait en cas de guerre fût la première pourvue d'un fort de son système, et qu'il regrettait vivement la décision prise en faveur de Verdun.

» La mise à exécution de cette décision a été retardée par ce fait que la loi interdit au Ministre de la guerre de construire un nouvel ouvrage de fortification sans un avis du conseil de défense, constatant l'utilité de cet ouvrage. Saisi de la question, le Conseil a estimé qu'il convenait d'attendre l'achèvement des expériences qui allaient être entreprises au camp de Châlons sur le fonctionnement des tourelles cuirassées et leur résistance aux nouveaux obus à la mélinite. Aujourd'hui, ces expériences sont terminées : la commission qui a été chargée de les exécuter a rendu compte du résultat de ses tirs et indiqué les améliorations dont les tourelles proposées lui paraissent susceptibles, et il n'est pas douteux que la décision ministérielle du 23 juillet 1887 ne reçoive prochainement son plein et entier effet.

Nous pouvons ajouter que les expériences du camp de Châlons ont donné des résultats que personne n'aurait osé espérer, pas même le commandant Mougin, qui, dans sa brochure et dans le projet de fort présenté par lui au Ministre, avait fixé à 6 mètres au minimum l'épaisseur verticale de béton de ciment nécessaire pour résister indéfiniment au tir des mortiers rayés. Depuis ces expériences, il s'est cru autorisé par leurs résultats à réduire considérablement cette épaisseur, et il l'a fixée à 3^m 50 ou 4 mètres au maximum, dans le modèle en relief de ce fort exposé par la Compagnie de Saint-Chamond (fig. 18, 19 et 20).

Quant aux effets des nouveaux explosifs sur les tourelles elles-mêmes, nous avons déjà eu occasion de dire qu'ils avaient présenté beaucoup moins de gravité qu'on ne le craignait généralement, et qu'on a d'ailleurs trouvé immédiatement le moyen de rendre ces effets inoffensifs.

Il est donc permis de dire que le fort de l'avenir du commandant Mougin a déjà subi, et avec un succès complet, l'épreuve du tir des nouveaux projectiles. La Compagnie de Saint-Chamond se trouve ainsi dans une situation unique et présente des garanties exceptionnelles pour l'exécution de tous les travaux d'armement et de fortification.

En résumé, la Compagnie de Saint-Chamond, fidèle à ses traditions d'initiative et de progrès, a pris, sous la conduite intelligente et habile de son directeur actuel, M. de Montgolfier, un essor et un développement qui la mettent aujourd'hui à la tête de l'industrie métallurgique pour les fabrications courantes, et qui lui assurent une réelle supériorité pour les fabrications qui concernent le gros matériel de l'armée et de la marine.

Le grand succès qu'elle a obtenu à l'Exposition universelle, où elle brille d'un si vif éclat parmi tant d'autres grandes usines qui sont la gloire de la France industrielle, fait autant d'honneur à son Directeur général et au Conseil d'administration, qui ne lui a jamais marchandé son concours et son appui, qu'aux éminents collaborateurs dont il a su s'assurer le concours intelligent et dévoué.

FERRÉOL COMPORTEY.

L'EXPOSITION DES RÉPUBLIQUES DE L'AMÉRIQUE CENTRALE

Historique. — Le territoire appelé aujourd'hui Amérique Centrale a été découvert par Christophe Colomb en 1502.

Pendant trois siècles, il a été soumis à la domination espagnole et formait la capitainerie générale du Guatemala, indépendante des autres gouvernements et vice-royautés de l'Amérique du Nord et du Sud. Cette capitainerie comprenait les cinq provinces de Guatemala, de Honduras, de Salvador, de Nicaragua et de Costa-Rica.

En 1821, le Mexique se déclare indépendant, et les provinces de l'Amérique Centrale se soulèvent aussi pour conquérir leur liberté. Le 15 septembre 1821, le gouvernement espagnol signe pacifiquement l'acte d'indépendance des provinces qui constituaient autrefois la capitainerie générale du Guatemala. Une assemblée constituante devait être convoquée pour donner au pays une forme politique définitive. Mais en 1822, à l'initiative du Mexique, la majeure partie des provinces du Centre-Amérique s'incorporèrent à la République mexicaine, tandis que le Salvador résistait à l'annexion.

Dès le mois de juin 1823, les électeurs des cinq provinces nommaient un Congrès constituant, qui, en 1824, proclamait l'indépendance du pays sous le titre officiel de *République fédérale des provinces unies du Centre-Amérique*.

Chacun des cinq nouveaux États devait avoir sa constitution particulière.

Cependant des difficultés s'élevèrent bientôt entre le président du Centre-Amérique et le chef de l'État de Guatemala ; des mouvements

séparatistes se produisirent, surtout de la part du Salvador et du Honduras, et donnèrent lieu à des guerres intestines qui durèrent jusqu'en 1830.

Le général Morazan fut alors élu Président de la République fédérale. Mais de nouveaux désaccords survinrent bientôt entre les différents États ; et Morazan, après avoir, à diverses reprises, comprimé des soulèvements séparatistes, n'en fut pas moins obligé, en 1840, de quitter le Centre-Amérique : la fédération était de nouveau dissoute. Il revint en 1842, avec un matériel de guerre obtenu dans l'Amérique du Sud, et essaya de reconstituer la nationalité centre-américaine. Vaincu et fait prisonnier, il fut fusillé à San-José de Costa-Rica, le 15 septembre 1842.

Depuis lors, malgré de nouveaux efforts pour rétablir le pacte fédératif, les cinq États Centre-Américains continuèrent à être divisés et à user leurs forces dans des luttes intestines.

En 1856, William Wacker, à la tête d'une bande d'aventuriers, parvint à s'emparer du gouvernement de Nicaragua, et menaça d'une croisade d'un nouveau genre le reste de l'Amérique Centrale, dans le but de fonder une République indépendante, au grand profit de l'élément anglo-saxon. Mais tous les États Centre-Américains firent cause commune contre l'aventurier Wacker, qui, battu en 1857, fit une autre tentative en 1860, sur le Honduras ; fait prisonnier, il fut passé par les armes.

Enfin en 1885, le général Barrios, président de la République de Guatemala, après s'être assuré l'adhésion du Honduras, voulut reconstituer par la force la République centre-américaine ; mais les gouvernements de Salvador, Nicaragua et Costa-Rica protestèrent énergiquement. L'armée Guatémaliennne fut battue le 2 avril 1885, à Chalchuapa, et le général Barrios, qui la commandait, périt dans la bataille.

En résumé, si les efforts constants faits jusqu'ici pour rétablir d'une façon durable la nationalité centre-américaine par la constitution d'une République fédérative n'ont pas encore réussi, il n'en était pas moins utile de les signaler et de montrer l'origine commune et les liens nombreux qui unissent les cinq républiques de l'Amérique Centrale.

Nous allons maintenant passer successivement en revue l'exposition de chacune de ces républiques au Champ de Mars, en faisant précéder cette description par quelques renseignements statistiques, qui montreront le développement considérable et les progrès réalisés, dans ces dernières années surtout, par chacun de ces pays encore si peu connus en France.

I. — RÉPUBLIQUE DE GUATÉMALA

La république de Guatemala est située entre 13° 42' et 17° 49' de latitude nord, entre 88° 10' et 92° 30' de longitude ouest (méridien de Greenwich). Ses frontières sont : au nord, les États mexicains de Campêche et de Yucatan, la possession anglaise de Belize et le golfe de Honduras (mer des Antilles) ; à l'est, les républiques de Honduras et de Salvador ; au sud, l'Océan Pacifique ; à l'ouest, les États mexicains de Chiapas et de Tabasco. L'étendue de ses côtes le long du Pacifique est de 572 kilomètres ; sa superficie totale est de 105 612 kilomètres carrés, et sa population de 1 527 000 habitants.

Le climat varie suivant l'altitude et la proximité de la mer : sur les côtes, il se rapproche de celui des Antilles, et on y ressent des chaleurs tropicales ; mais sur les plateaux, on jouit d'une température assez fraîche.

Le régime politique actuel du Guatemala, qui est très démocratique, a été établi à la suite de la Révolution de 1871. Le pouvoir exécutif appartient au Président de la République, le pouvoir législatif à une Chambre unique ; la Chambre haute est remplacée par un Conseil d'État. Le Président, élu pour quatre ans, est rééligible ; c'est actuellement et depuis 1885, le général Barillas.

Le territoire de la République est divisé en 22 départements. Dans chaque chef-lieu de département résident, outre le chef politique, représentant du pouvoir central et en même temps commandant militaire, le juge de première instance et l'administrateur des rentes.

La capitale, Guatemala, ville de 70 000 habitants environ, fondée en 1775 (après la destruction par un tremblement de terre de Guatemala-Antigua), est située dans une belle et fertile vallée, à 1 700 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle est sillonnée de rues droites, larges, où s'élèvent de beaux édifices. On y trouve une école de médecine, et plusieurs établissements d'instruction secondaire. Citons aussi l'hôpital militaire et divers établissements de bienfaisance, d'importantes brasseries et une grande fabrique de glace.

Les villes de Quezaltenango et de Chiquimula possèdent aussi des écoles de médecine, de droit et des lycées. Quant aux écoles primaires, on peut dire qu'il n'y a pas un village qui n'en possède au moins une.

Les principales villes possèdent des tramways et des téléphones ; quelques-unes sont éclairées à la lumière électrique.

On trouve au Guatemala les productions végétales de presque toutes les zones. On y récolte du maïs, du blé, de l'orge, du riz, des pommes de terre, des légumes de toutes espèces, des fruits, des bananes, du manioc, du poivre, de l'indigo, des cannes à sucre, du coton, de la vanille, du tabac, etc. Mais les deux produits qui constituent la principale richesse du pays sont le cacao et surtout le café.

Notons aussi le sucre ; les eaux-de-vie, dont on fait une consommation assez considérable ; les peaux, qui sont l'objet d'un grand commerce, le caoutchouc, la cochenille, des plantes textiles (chanvre, ramie) ; des plantes médicinales (quinquina, salsepareille, etc.) ; des bois très variés : cèdre, acajou, épine, ébène, frêne, pin, palmier, bois de campêche, arbres résineux fournissant le goudron, la térébenthine, le copal, la laque, etc.

Il y a au Guatemala de nombreuses mines d'or, d'argent, de plomb, de fer, de houille, qui ne sont malheureusement pas encore exploitées.

Le commerce du Guatemala a pris de l'extension dans ces dernières années. Les principaux produits exportés en 1888 étaient : l'or en poudre, le caoutchouc, les cuirs de bœuf, les bananes, le sucre, l'alcool, le café, le cacao, les bois d'ébénisterie et de teinture, les plantes médicinales, l'indigo, la vanille, etc. L'importation, en 1878, comprenait 272 000 colis de marchandises, d'une valeur d'environ 25 millions de francs.

L'industrie s'est également développée, et on peut citer les filatures de *Cautel*, les fabriques de meubles de l'*Antigua*, les ateliers du chemin de fer central, etc.

Le Guatemala possède plusieurs ports de mer sur les deux océans. On trouve sur le Pacifique : San-José, Champerico, Ocos, Tecojate et San-Luis; sur l'Atlantique : Livingstone et Saint-Thomas, et quelques ports intérieurs, tels que : le port d'Izabal sur le lac de ce nom, Gualán sur la rivière Motagua, Panzós sur le Polochic.

Il y a encore peu de routes carrossables; mais, depuis 1880, plusieurs voies ferrées ont déjà été construites au Guatemala. Le chemin de fer Central met en communication directe la ville de Guatemala avec le port de San-José sur le Pacifique, et possède un embranchement à Guarda-Viejo. Le chemin de fer qui unit le port de Champerico avec la ville de Retalhulen rend d'excellents services au commerce d'importation et d'exportation dans la partie occidentale du Guatemala, services qui augmenteront encore dans de notables proportions lorsque cette ligne sera prolongée jusqu'à Quezaltenango et au port d'Ocos, traversant des contrées fertiles et desservant des populations qui se développent chaque jour davantage.

Ajoutons, pour compléter ces renseignements généraux, que la sécurité indispensable au développement de l'industrie et de la richesse générale, est amplement garantie au Guatemala, aussi bien par les mœurs que par les lois.

Participation à l'Exposition universelle. — Le Gouvernement du Guatemala, après avoir adhéré officiellement, l'un des premiers, à l'Exposition universelle de 1889, avait nommé comme commissaire général M. Crisanto Medina, ministre plénipotentiaire à Paris. Le soin d'organiser les envois fut confié à M. Gustave E. Guzman, qui centralisa les produits destinés à être exposés, puis les accompagna comme commissaire spécial jusqu'à Paris, où il s'est occupé de leur installation. Les autres commissaires étaient MM. Manzano Torres, Adolphe Boucard, Lazo Arriaga, José Llerena, Léopold Rodriguez, José Gonzalez Asturias, Antonio Carrera, J. Raphaël Molina. Le président d'honneur du commissariat général de Guatemala était M. Manuel Saenz de Tájada.

Le pavillon du Guatemala a déjà été décrit dans le *Génie Civil* (1); nous nous bornerons à rappeler que c'est un vaste chalet en bois avec rez-de-chaussée et 1^{er} étage; dont l'ensemble rappelle assez bien celui des maisons de campagne guatémaliennes.

Au rez-de-chaussée sont installés plusieurs vitrines qui renferment un grand nombre de bijoux indigènes, diverses étoffes, des bibelots, divers spécimens de l'art et des industries anciennes ou modernes du pays, des terres cuites représentant des naturels de l'Amérique centrale; des statuette en cire et en chiffons, habillées avec des étoffes fabriquées au Guatemala et donnant une idée très exacte des costumes indiens, etc.

Dans la grande salle du rez-de-chaussée, on trouve aussi les différents produits agricoles du pays exposés par groupes d'ensemble, tels que le blé, le maïs, le riz, les haricots, les fèves, le ricin, les bananes, etc. Le café, le cacao, le coton, le tabac et d'autres matières premières agricoles sont très bien représentés. Le café et le cacao peuvent lutter avantageusement avec les produits similaires d'autres pays réputés comme les meilleurs.

A signaler également une exposition de minerais, très intéressante, et une collection d'eaux minérales envoyées pour la plupart par le général Barillas, président de la République de Guatemala, puis une collection très complète des bois du pays, contenant près de 500 variétés diverses d'ébène, d'acajou, de cèdre, etc.

Enfin dans la salle du rez-de-chaussée de l'aile droite du pavillon, on a disposé, sous une forme artistique et comme dans un panorama, un groupe de mammifères, oiseaux, reptiles, insectes, etc., représentant la faune du Guatemala.

Au premier étage du pavillon, on remarque quatre beaux meubles faits avec des bois et par des ouvriers du pays, et qui sont exposés par le Ministre plénipotentiaire du Guatemala, M. Crisanto Medina; une table ronde de 1^m 10 de diamètre, en petites pièces de bois (il y en a plus de 2 000); une bibliothèque en bois de caféier contenant les œuvres des principaux écrivains guatémaltais; des instruments de musique, des chapeaux de paille (les chapeaux tressés avec les fibres du *Junco* sont d'une finesse extraordinaire, on peut les remplir d'eau sans qu'il s'en échappe une seule goutte; quelques-uns de ces chapeaux coûtent mille francs), une collection de monnaies anciennes, et enfin la collection complète des monnaies en deniers d'or et d'argent de la République Guatémaltaise.

Les murs des salles du rez-de-chaussée et du 1^{er} étage sont ornés de drapeaux en soie, de tapis, de foulards, d'écharpes de soie, de vêtements indigènes, de tableaux peints par des artistes Guatémaltais. Parmi les peintures à l'huile, ce sont les portraits qui dominent; dans les peintures diverses et dessins, il faut citer les remarquables aquarelles de têtes d'oiseaux-mouches de M. Adolphe Boucard, qui est, du reste, après le gouvernement Guatémaltais, le principal exposant du pavillon. Il y a aussi quelques gravures, un plan détaillé de la ville de Guatemala, etc.

Nous citerons encore : les *nids du bombyx* (*metanastria psidii* Sallé) produisant la soie dont on fabrique les tissus dans le pays; une boîte contenant un espèce de *coccus*, produisant une teinture jaune; des

fibres textiles d'agavés de palmiers; une grande variété d'étoffes diverses en coton, en laine, en soie, fabriquées dans le pays, des broderies très fines, des faïences, des plumes d'oiseaux, des peaux d'animaux, des cuirs, des liqueurs, etc.

Cette exposition donne une haute idée des progrès de la République du Guatemala, et a été pour bien des visiteurs une véritable révélation. Ils ont pu facilement se rendre compte, en étudiant les nombreux produits exposés, que le Guatemala présente déjà les signes évidents d'une civilisation en pleine croissance, et qu'on peut prédire d'ores et déjà, à ce pays si bien doué par la nature, un bel avenir.

(A suivre.)

R. GENTILINI,
Ingénieur.

PRODUITS DE L'EXPLOITATION

des mines et de la métallurgie. — Fonte, fer et acier.

(Suite et fin.)

Groupe du Centre. — La région que nous abordons est essentiellement formée par les départements de l'Allier, du Cher et de la Nièvre. Il faudrait y ajouter celui de Saône-et-Loire, qui les prolonge vers l'Est, si sa grande cité industrielle, le Creusot, ne s'était abstenue de prendre part à l'Exposition.

Le groupe du Centre a, comme la Champagne, connu des jours meilleurs que ceux qu'il traverse aujourd'hui. Là aussi, la fabrication de la fonte a subi une rude atteinte, car, tandis que ces trois départements produisaient encore en 1878 plus de 110 000 tonnes de fonte, ils en font à peine 40 000 aujourd'hui. Les minerais du Berry, ordinairement plus riches, mais d'une extraction et d'un traitement bien plus difficiles que ceux de la Lorraine et du Luxembourg, ne permettent plus aux hauts fourneaux qui s'alignaient autrefois à Montluçon sur les deux rives du Cher, de lutter contre leurs puissants rivaux des bords de la Chiers et de la Moselle.

Les deux Sociétés dont nous avons surtout ici à nous occuper sont celles de *Châtillon-Commentry* et de *Commentry-Fourchambault*. Une même localité a prêté à chacune d'elles un de ses noms : la première y possède une de ses usines les plus anciennes, tandis que l'autre en tire un combustible d'une qualité renommée; mais tandis que la Société de Commentry-Fourchambault semble avoir atteint son apogée lors de l'Exposition de 1878, et ne figure plus à celle-ci qu'avec un ensemble de produits métallurgiques relativement modeste, la Société de Châtillon-Commentry, qui s'était abstenue en 1878, a fait visiblement un grand effort en 1889 pour mettre les Ingénieurs et le public au courant de ses progrès. Se sentant trop à l'étroit dans son ancien territoire, elle a étendu ses deux bras vers les frontières Nord et Sud de la France, par la création des hauts fourneaux de Villerupt en Meurthe-et-Moselle et de l'aciérie de Saint-Montant près de Beaucaire, dans les Bouches-du-Rhône, spécialement destinée à la fabrication des rails d'acier en utilisant les minerais d'Afrique et les houilles du Gard. Le succès n'ayant pas couronné cette dernière tentative, la Société de Châtillon-Commentry a reporté son activité sur ses établissements du Centre, et elle a fait de son usine de *Saint-Jacques*, à *Montluçon*, un de ces établissements qui prêtent un concours précieux aux arsenaux de l'Etat, en attendant qu'ils les remplacent peut-être un jour.

L'usine Saint-Jacques a du reste pris de tout temps une part active à la fabrication du matériel de guerre. Dans une de ses notices portant le sous-titre de « Fournitures militaires », la Société de Châtillon et Commentry rappelait avec quelque orgueil que, depuis 1868, elle avait livré plus de 20 000 tonnes de blindages pour le pont, la ceinture et les tourelles de 25 navires de guerre. Cette fabrication du matériel de guerre à l'usine Saint-Jacques ayant été récemment l'objet, dans le *Génie Civil* (2), d'une étude très complète due à l'un des Ingénieurs les plus compétents de cette Société, nous ne nous y arrêterons pas plus longtemps. Nous rappellerons seulement qu'à côté du puissant laminoir décrit par M. Baclé, on construit en ce moment à l'usine Saint-Jacques une presse à forger et à gabarier de la force de 4 000 tonnes, et que cette question pleine d'actualité du forgeage comparé au marteau-pilon et à la presse, a été traitée au Congrès des Mines et de la métallurgie dans un rapport très instructif présenté par M. F. Gautier sur la demande du Comité d'organisation.

L'espace nous manque pour énumérer les produits si variés livrés par les usines de la Société de Châtillon et de Commentry. Nous devons cependant une mention à ses fils et câbles métalliques, auxquels elle avait également consacré une notice spéciale. Pour répondre à la variété toujours croissante des applications qui en sont faites, la Compagnie de Châtillon et Commentry prépare actuellement cinq catégories de fils présentant des résistances graduées depuis 60 jusqu'à 120 kilogr. par millimètre carré, et permettant ainsi au consommateur de choisir le type le mieux approprié à ses besoins. C'est aussi à la fabrication du fil d'acier, que la Société de Commentry-Fourchambault a, dans les dernières années, donné tous ses soins. D'importants ateliers de construction, dont les produits sont justement réputés, l'aident aussi à lutter contre la situation difficile, dont souffrent, malgré tout, les usines du centre, comme nous l'avons indiqué en commençant.

Groupe de la Loire. — Les usines de la Loire ont brillamment soutenu à l'Exposition de 1889 leur vieille réputation. Si les rangs se sont un peu resserrés depuis 1868, si nous avons eu le regret de ne

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIV, n° 26, p. 409.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XVI, n° 4, p. 25.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 21, page 481.

plus retrouver au Champ de Mars la Société des Forges de Terre-Noire, qui avait pris une si grande part aux Expositions précédentes, les industriels de cette région ont su triompher d'une crise qui les a tous plus ou moins menacés. Leur exposition collective est venue juste à point apporter le témoignage incontestable de leur vitalité, grâce aux voies nouvelles dans lesquelles ils ont su s'engager. Laissant le travail relativement facile du laminage aux usines du Nord et de l'Est, ils se sont spécialement consacrés au pilonnage, qui exige des soins spéciaux et un personnel très expérimenté. Si la mode était encore à ces vieux dictons qui caractérisaient autrefois les mœurs de nos diverses provinces, on pourrait dire ici : « Gens du Nord lamineurs, gens de la Loire marteleurs », et on ne peut que se féliciter de cette division du travail, qui a préservé une des contrées les plus industrielles de la France, d'une crise très redoutée.

Dans la Loire comme dans le Centre, la fabrication de la fonte a presque entièrement disparu. De tous les exposants de cette région, la *Société de Firminy* accusait seule la présence d'un haut fourneau de 200 mètres cubes, pouvant, malgré cette capacité relativement faible, produire jusqu'à 120 tonnes de fonte en 24 heures, grâce aux riches minerais d'Afrique et d'Espagne, introduits dans son lit de fusion. Il en a été des cornues Bessemer comme des hauts fourneaux ; mais, en revanche, le four Siemens-Martin, dont la Loire a vu du reste les premières applications, s'y est multiplié et y rend les plus grands services. Abandonnant la sole siliceuse, qui ne permet qu'un affinage imparfait, surtout en ce qui concerne le phosphore, on emploie aujourd'hui la sole basique ou neutre. Cette dernière est obtenue grâce au fer chromé, employé avec succès par *MM. Rémaury et Valton*, non seulement pour les fours à réverbère, mais encore pour le garnissage des cornues et des cubilots. Ce produit naturel, réfractaire à un haut degré, permet d'obtenir dans les appareils métallurgiques des températures excessives, et d'arriver ainsi à des métaux fondus d'une grande pureté.

Un autre trait caractéristique de l'industrie métallurgique de la Loire, c'est l'emploi de plus en plus méthodiquement appliqué des nouveaux alliages, ferro-manganèse, ferro-chrome, ferro-silicium, que le haut fourneau, lui-même, peut aujourd'hui produire d'une manière courante. Lors du dernier Congrès de l'Industrie minière, qui eut lieu, en 1887, dans le département de Meurthe-et-Moselle, un des industriels les plus autorisés de la région disait, sous une forme plaisante, qu'on n'y connaissait pas la cuisine savante pratiquée par les métallurgistes du centre et du midi de la France. Plus récemment encore, au Congrès international du mois de septembre dernier, le Directeur général de la première usine de Belgique demandait à ses collègues réunis, si ces divers métalloïdes ou métaux combinés au fer, avaient bien réellement eu les mérites qu'on leur prête aujourd'hui, et s'il ne serait pas temps de revenir purement et simplement à la métallurgie du fer au carbone, qui a donné de tous temps des produits irréprochables. S'il nous était permis d'ajouter un mot personnel dans ce débat, nous serions conduit à dire qu'on peut, à coup sûr, obtenir avec des minerais d'une pureté exceptionnelle des produits de qualité absolument supérieure par l'addition du carbone seul, mais que les alliages, recommandés en France, surtout dans ces derniers temps, permettent d'arriver avec des minerais de composition variée, à des produits susceptibles d'un bon emploi. Là où les minerais sont de nature complexe, des alliages complexes peuvent remédier, dans une certaine mesure, aux imperfections de la fonte employée. Nous demandons grâce, en tous cas, pour le manganèse, sans lequel le traitement des fontes Thomas deviendrait à peu près impossible, et pour le chrome, qui permet aux obus dans la composition desquels il entre, de traverser, sans déformation, des plaques de blindage de 50 centimètres d'épaisseur.

Nous revenons, après cette courte digression, aux usines de la Loire. Le premier rang y était occupé, sans conteste, par la *Société des Forges et Acieries de la Marine et des Chemins de fer*, qui s'est fait aussi de la fabrication du matériel de guerre une importante spécialité. Des canons avec leurs obus étaient braqués aux quatre coins du vaste emplacement que cette Société occupait dans la classe 41 ; leurs longs tubes alternaient avec des modèles de coupes cuirassées, et des échantillons de blindages. C'est surtout l'usine de Saint-Chamond, avec son marteau de 100 tonnes, ses fours Martin d'une capacité de 25 à 30 tonnes et ses coûteuses installations pour la trempe et pour le recuit, qui est le centre de cette fabrication. A côté des administrations de la Guerre et de la Marine, cette Société, comme son nom l'indique, est aussi un des principaux fournisseurs des compagnies de Chemins de fer. Les usines de Rive-de-Gier et d'Assailly leur fournissent les bandages, les essieux, les roues montées, les tôles, les ressorts, les moulages de toute sorte, qui entrent dans la composition de leur matériel roulant. Enfin, les usines du Boucau, construites de toutes pièces de 1882 à 1884, à portée des minerais des Pyrénées et de Bilbao, permettent à cette puissante Compagnie de continuer la fabrication des rails, devenue impossible dans la Loire, par suite de la concurrence des usines du Nord dont il a été parlé plus haut.

A côté de la Société des Acieries de la Marine et des Chemins de fer venait se placer à peu près parallèlement la *Société anonyme des Acieries et Forges de Firminy* et la *Compagnie des Fonderies, Forges et Acieries de Saint-Etienne*. L'une et l'autre demandent aux fours Martin-Siemens la matière première de leur fabrication. La première s'est spécialement adonnée à la production des moulages en acier coulé, des fers et aciers fins pour la carrosserie et les outils de toute sorte, enfin au travail si délicat de la tréfilerie, où elle obtient des résultats aussi remarquables que ceux de la Société de Châtillon et Commentry. La Compagnie des Acieries de Saint-Etienne a donné dans ses usines la première place au laminage des tôles et aussi au

forgeage des tubes de canons et de leurs accessoires. Son exposition en présentait quelques spécimens fort dignes d'attirer l'attention.

La classe 41 montrait en face des deux établissements que nous venons de mentionner, un long rectangle occupé par l'exposition de *MM. Marrel frères*, à Rive-de-Gier. Le nom de *MM. Marrel* a été aussi prononcé bien des fois depuis quelques années dans les bureaux du ministère de la Marine. Les tôles et blindages, les obus et les pièces de forge des plus grosses dimensions en fer et en acier, sont les éléments principaux de leur fabrication. Ces maîtres de forges avaient, en particulier, amené au Champ de Mars des arbres coudés auxquels ceux de Saint-Chamond pouvaient seuls être comparés. On sait que nos grands steamers ont été souvent obligés de demander à l'Angleterre cette partie si importante de leur appareil moteur. On doit donc se féliciter de voir les usines de la Loire en état de répondre aujourd'hui à tous les besoins de notre marine nationale.

La supériorité actuelle de l'obus sur le blindage est due principalement, comme on l'a vu, à l'emploi du chrome incorporé dans le bain d'acier. Nous devons donc une mention toute spéciale à *MM. Holzer et Cie*, à *Unieux (Loire)*, qui participaient également à l'exposition collective des forges de cette région. Si l'emploi des aciers chromés paraît avoir pris naissance en Amérique, *MM. Holzer et Cie* sont les premiers en Europe à avoir obtenu ce produit industriellement. Leur exposition, qui présentait à la fois un intérêt théorique et pratique, montrait des alliages riches produits au haut fourneau et tenant jusqu'à 60 % de chrome. D'autres échantillons montraient ce métal associé au carbone et au silicium dans diverses proportions, de manière à former toute une série de produits nouveaux, qui ont rendu et rendront encore certainement de grands services aux usines de la région. *MM. Holzer* avaient du reste eux-mêmes exposé de nombreux objets en acier fondu et forgé, de petites dimensions pour la plupart, mais exigeant tous l'emploi de matériaux de premier choix.

Nous terminerons la description de ce bel ensemble métallurgique par quelques mots relatifs à une industrie qui s'est également spécialisée dans la Loire, celle des roues en fer et en acier forgé. Les trois principaux fabricants du bassin, *MM. Arbel, Deflassieux frères et Brunon*, tous trois établis à Rive-de-Gier, avaient dressé dans la classe 41, des pyramides renfermant toutes les variétés que présente cette fabrication ; roues pour locomotives, tenders, wagons, wagonnets, tramways, roues mixtes en fer et bois pour tombereaux, camions, voitures, affûts d'artillerie, etc., s'y trouvaient ingénieusement rassemblées. On sait que la Société des Acieries de la Marine et des Chemins de fer possède également à Rive-de-Gier un important établissement spécialement adonné à la fabrication du même article. Cette ville en est donc devenue le grand centre d'approvisionnement.

Pour ne pas multiplier outre mesure nos subdivisions, nous rattachons à la région de la Loire un certain nombre d'établissements situés dans la zone comprise entre notre frontière Est et la ligne à peu près parallèle formée par le Rhône et la Saône lorsqu'elle le rejoint. Ces établissements étaient principalement représentés à l'Exposition par la Société des forges de Franche-Comté (Doubs) par les hauts fourneaux et forges d'Allevard (Isère) et par la *Société des forges d'Alais* ; cette dernière Société contribue principalement à la production de la fonte dans le département du Gard, qui a encore atteint en 1888 le chiffre de 55 000 tonnes.

La *Société des forges de Franche-Comté*, dont le siège est à Besançon, possède de très nombreux établissements disséminés dans la région montagneuse dont cette ville est le centre. Les fers et aciers en barres et en couronnes, les tôles et les fers-blancs, les fils de fer et d'acier constituent les éléments essentiels de sa production métallurgique, complétée par d'importants ateliers de construction. La fabrication des fils spéciaux paraît y avoir été, dans ces derniers temps, l'objet des soins les plus assidus. On remarquait sur ses étagères, comme échantillon d'un métal arrivé au dernier degré de ténuité, un fil de fer de 0^m0002 donnant une longueur de 22 355 mètres avec un poids de 5^{kg} 450.

La *Société des hauts fourneaux et forges d'Allevard* (A. Pinat et Cie), mérite à plusieurs égards de fixer notre attention. Son usine, une des plus anciennes de France, traite des fers spathiques d'une qualité tout à fait exceptionnelle. Comme l'indiquait une notice fort instructive publiée par cette Société à l'occasion de l'Exposition, les fontes tenaces d'Allevard alimentaient déjà à la fin du XVIII^e siècle la fonderie royale de Saint-Gervais, où se faisaient les canons de la marine, et les fers et aciers en provenant ont toujours été des premiers employés lorsqu'il s'est agi d'aborder une fabrication nouvelle et difficile. A son ancien fer puddlé, et à son acier naturel, l'usine a joint depuis quelques années l'acier Martin-Siemens obtenu par l'emploi à peu près exclusif de la fonte et sans autres additions métalliques que les déchets de fer et d'acier provenant de l'usine même. La décarburation est en effet obtenue par le minerai d'Allevard, qu'on charge dans le four jusqu'à concurrence de 20 % du poids de la fonte. Cette manière d'opérer n'est possible qu'avec les minerais excellents dont on dispose, et elle donne aux produits le cachet, assez rare aujourd'hui, d'être obtenus exclusivement avec des matières de même origine et de qualité reconnue.

L'usine d'Allevard présente, au point de vue mécanique, une autre particularité intéressante. Une grande chute d'eau a été relevée, captée et reliée à l'usine par une conduite de plus de 500 mètres de longueur. On amène ainsi en toute saison aux turbines, avec une chute de plus de 30 mètres, le volume d'eau suffisant pour actionner tous les ateliers, et en particulier un compresseur d'air qui alimente les marteaux-pilons, les grues, etc. L'ensemble des usines présente ainsi ce caractère très particulier d'un haut fourneau et d'une forge d'une certaine importance, dont les appareils sont mis en mouvement sans le secours d'une seule chaudière à vapeur.

La bonne qualité des fers et aciers fabriqués dans la région qui nous occupe y a favorisé le développement d'une industrie annexe dont les représentants les plus importants étaient, au Champ de Mars, MM. les Fils de Peugeot frères. Il sort chaque année de leurs usines de Valentigney, Beaulieu et Terre-Blanche, occupant ensemble près de 2000 ouvriers, plus de 4000 tonnes d'outils, parmi lesquels les scies de toutes formes et de toutes dimensions tiennent la plus grande place.

Groupe du Midi. — La région sud de la France possède, au point de vue sidérurgique, une importance bien inférieure à celle du Nord. Cependant la présence de quelques bassins houillers, parmi lesquels celui du Gard doit être cité en première ligne, jointe au voisinage des minerais d'Afrique, des Pyrénées et d'Espagne, a déterminé la création d'usines à fer et à acier, qui, semblables à celles que nous venons de décrire en dernier lieu, se signalent moins par leur tonnage que par la qualité spéciale de leurs produits; nous avons déjà mentionné les créations récentes de la Société de Châtillon et Commeny, et de la Société des Acieries de la Marine et des Chemins de fer à Beaucaire et au Boucau. On trouvait à l'Exposition les produits d'établissements dont la fondation remonte à une date plus ancienne, et qui puisent aux mêmes sources les matières premières de leur exploitation.

La Société anonyme de l'éclairage au gaz et des hauts fourneaux et fonderies de Marseille est bien connue pour ses fabrications de fontes spéciales, et en particulier de fontes manganésées et de ferro-manganèse, auxquels sont venus s'ajouter le ferro-chrome et le silico-spiegel, dont ses vitrines de la classe 41 montraient de nombreux échantillons.

La Société métallurgique de l'Ariège, à Pamiers, présente dans ses diverses fabrications une certaine analogie avec les usines du bassin de la Loire. Elle s'est spécialement adonnée, comme ces dernières, à la fabrication du matériel de guerre et du matériel de chemins de fer, mais avec un outillage forcément moins développé. Son exposition montrait, d'une part, les essieux, bandages, roues, ressorts, tampons, ferrures, etc., et de l'autre, les canons, obus, aciers pour fusils, etc., etc. Non loin de l'emplacement occupé par ces produits, se rencontraient ceux de la Société métallurgique du Périgord, consistant principalement en tuyaux de conduite en fonte, plaques tournantes, grues de chargement, provenant des hauts fourneaux, fonderies et ateliers de construction de Fume (Lot-et-Garonne), et ceux de la Société anonyme des hauts fourneaux, forges et aciéries du Saut-du-Tarn, dont les usines, à Saint-Juéry, près d'Alby, ont comme spécialité la fabrication des limes et des râpes en acier fondu.

Pays étrangers. — Les produits métallurgiques exposés par les pays étrangers étaient fort peu nombreux. Il ne fallait pas compter, nous le savions, sur l'Allemagne et sur l'Autriche-Hongrie, qui marche à sa suite, mais des pays où les considérations politiques ont un moindre poids, auraient pu prendre peut-être une part plus active à notre œuvre. Nous avions surtout espéré le concours des Etats-Unis, dont les progrès dans la fabrication du fer et de l'acier ont été si surprenants; mais notre attente a été trompée. L'industrie sidérurgique n'était représentée dans leurs galeries que par quelques échantillons de minerai, et pas le plus petit fragment des 6500 000 tonnes de fonte brute qui sortent annuellement de ses gigantesques hauts fourneaux n'y avait été apporté. Nous avons été dédommages dans une certaine mesure par quelques communications fort intéressantes faites au Congrès international des mines et de la métallurgie, et par l'annonce d'une Exposition universelle qui nous permettra d'aller chercher à New-York, en 1892, les renseignements qui ne nous ont pas encore été fournis.

Les produits métallurgiques de l'Angleterre, d'ailleurs fort peu nombreux, étaient disséminés dans l'angle nord-est du Palais des Machines. Les fabricants d'acier fondu au creuset de Sheffield y avaient dressé quelques vitrines. De toutes les usines à fonte du Royaume Uni, une seule, celle d'Ayresom, à Middlesbrough, exposait le plan en relief de ses hauts fourneaux, et à côté, celui de son aciérie Bessemer, munie de Pits Giers interposés entre les cornues et les laminoirs. Les matières soumises à l'examen du visiteur consistaient principalement en ferro-silicium et en silico-spiegel, tenant, le premier 1,40 % de carbone, 2,10 de manganèse, et 12,05 % de silicium; le second, 1,36 de carbone, et 19,15 et 12,25 % des deux autres corps indiqués ci-dessus. Non loin du petit groupe formé par ces objets, la Leeds forge Company limited exposait des plaques d'avant de chaudières marines et des longerons de wagons, présentant des emboutissages remarquablement exécutés.

De tous les pays voisins de la France, la Belgique était incontestablement la mieux représentée au Champ de Mars. La Société anonyme de Marcinelle et de Couillet, la Société en commandite par actions des hauts fourneaux, forges et aciéries de Charleroi, Thy-le-Château et Wez-Saint-Martin, la Société anonyme des hauts fourneaux de Monceau-sur-Sambre, enfin, la Société de la Providence, présentaient une série complète de leurs produits, souvent avec de courtes notices donnant des renseignements statistiques intéressants sur leur puissance de production. Nous citerons, parmi ces dernières, celle distribuée par le Syndicat des tôles fines belges, dont les huit participants produisent ensemble, chaque année, 40000 tonnes de tôles fines, exigeant une consommation de 90 000 tonnes de fer et acier brut, de 150000 tonnes de houille, et une dépense de main-d'œuvre atteignant trois millions de francs.

La Russie, malgré son éloignement, était représentée au Champ de Mars par quelques-uns de ses établissements de création récente, dont les débuts ont été facilités par l'intervention technique et financière

de la Belgique et de la France. La Société de Huta-Bankowa, qui s'est surtout adonnée à la fabrication de l'acier Siemens-Martin, en utilisant comme combustible les houilles du bassin de Dombrowa, exposait la série de ses produits.

En face d'elle se trouvait l'exposition plus importante encore de la Société métallurgique Dniéprovienne du sud de la Russie, dont les hauts fourneaux, établis à Kamenskaïa, dans le gouvernement d'Ekaterinoslaw, traitent les riches minerais de Krivoï-Rog avec les coques du Donetz. Des plans des usines, joints aux échantillons des matières premières employées, permettaient de se rendre compte de la consistance de ces importants établissements.

Nous aurions aimé à terminer ce travail par quelques vues d'ensemble sur l'état actuel de la métallurgie du fer et de l'acier dans les deux mondes. La part prise par les pays étrangers a été trop faible pour que des comparaisons de cette nature puissent être utilement tentées. L'Exposition de 1889 laissera, en tous cas, cette impression satisfaisante, que si les usines françaises n'ont que peu gagné, depuis quelques années, comme tonnage total produit, elles n'ont absolument rien à envier aux établissements les plus réputés chez leurs voisins, tant au point de vue de la qualité des produits que pour la variété et la puissance des appareils dont ils proviennent.

G. BRESSON.

L'EXPOSITION DES CHEMINS DE FER

Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62.

(Suite¹.)

2^e WAGONS

Trains sanitaires. — *Trains improvisés.* — Pour permettre l'affection des wagons de marchandises au transport des blessés, la Compagnie de l'Ouest a apporté au matériel tenu en réserve par le service de santé, représenté dans une série de dessins qu'elle a exposés et qui ont pour objet d'utiliser les traverses et les ressorts de suspension des brancards, d'en faciliter l'installation dans les wagons, et de permettre le transport de 12 hommes couchés, au lieu de 6 qu'on pouvait placer par wagon, en augmentant, par conséquent, les moyens d'évacuation par chemin de fer au moyen du même matériel. Les traverses des brancards de campagne sont suspendues aux parois du wagon, et les brancards chargés d'un blessé forment entretoise entre la traverse de tête et la traverse de pied, de sorte que l'ensemble du système profite de l'élasticité des ressorts et n'est pas soumis aux balancements pendant la marche du train. L'installation est faite de manière à pouvoir l'appliquer, à volonté, à tout le matériel des six grandes Compagnies et des chemins de l'Etat, en n'exigeant qu'un délai de cinq ou six minutes par wagon, par l'équipe réglementaire des infirmiers; l'aménagement intérieur de 12 brancards présentés à la porte du wagon peut être réalisé en moins de 10 minutes par quatre infirmiers postés dans ce wagon; 8 des brancards sont disposés deux à deux le long des parois du wagon, et deux sont placés au rang inférieur, dans l'axe du wagon; les médecins ont alors facilement accès auprès des 10 hommes couchés; si, au contraire, le service d'évacuation l'exige impérieusement, on peut placer 12 hommes, en supprimant cette facilité d'accès des médecins.

Trains permanents. — Pour le transport des hommes grièvement blessés, à des distances considérables, on a recours à de véritables hôpitaux roulants, et la Compagnie de l'Ouest expose les dessins du train qu'elle peut aménager à cet effet, en cas de besoin, dans des wagons ordinaires et louer à l'Administration de la Guerre, sur sa réquisition.

Ce train, de 23 véhicules, comporte 16 fourgons pour les blessés, 1 fourgon pour les médecins, pour les infirmiers, pour la chirurgie, pour la cuisine, pour l'allège de la cuisine, pour les provisions, pour le linge sale et les combustibles. La suspension des fourgons de blessés a été disposée comme celle des voitures de 1^{re} classe; les brancards reposent sur le plancher recouvert de moquette et sont munis d'un matelas; pour assurer le recouvrement, on a ménagé un lanterneau central, des vasistas aux portes de bout et des châssis vitrés aux portes mobiles; le chauffage est obtenu par un poêle qui peut être utilisé pour les tisanes; une trappe, dans le plancher recouvert de linoléum, permet d'évacuer, en route, les balayures et les déjections. Le fourgon des médecins comporte trois lits en fer, avec matelas, rideaux, toilette porte-manteau, bureau et water-closet. Dans la cuisine, il y a un grand fourneau avec four, bain-marie, et de grands réservoirs d'eau aux quatre angles; l'allège comprend des tables, des buffets à provisions, des filtres, etc.; enfin le fourgon à combustible et à linge sale est disposé de manière à recevoir le combustible en sacs dans des niches à chiens et le linge dans des paniers garnis de zinc; il est placé dans le train à l'opposé du fourgon à provisions; les 21 véhicules intermédiaires sont munis de passerelles et garde-corps permettant de passer de l'un à l'autre pendant la marche.

Fourgons à bagages, écuries. — La Compagnie d'Orléans expose un fourgon à deux guérites extérieures et fermées, du type en usage dans ses trains rapides et express; la surface du plancher est de 15 à 20 mètres, et l'éclairage est assuré par trois lanternes Shallis et Thomas; la caisse comporte deux niches à chiens, garnies de planchers mobiles en bois, à claire voie; les casiers pour les conducteurs

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 20, p. 459; 21, p. 495; n° 22, p. 534; n° 24, p. 579, n° 25, p. 645; n° 26, p. 637, et tome XVI, n° 1, p. 23.

sont en fils de fer, permettant de voir facilement les feuilles qui y sont déposées. Le châssis est en acier, à traction continue; les roues à centre plein et à nervures, ne soulevant pas la poussière, sont munies d'un bandage à double agrafe; les boîtes à huile sont du type à écrier permettant une visite rapide, et munies d'un obturateur double en bois d'érable. Longueur hors tampons 9^m 972; écartement des essieux 3^m 550; poids à vide, 11 120 kilogr.; chargement 6 000 kilogr.

La *Société des ateliers de construction du Nord*, à Blanc-Misseron, expose un fourgon du chargement de 10 tonnes, pouvant être aménagé pour le transport de six chevaux ou de 24 hommes. La longueur hors tampons est de 6^m 40, l'écartement des essieux 2 mètres; le véhicule est muni d'un frein à vis.

Le *wagon-écurie* dont le dessin est exposé par la Compagnie de l'Est est disposé de manière que le chargement des chevaux puisse se faire, soit par le côté, soit par bout, tout en conservant la disposition longitudinale des stalles, qui est préférable pour ce genre de transports; à cet effet, dans chacune des deux parois latérales est ménagée une porte à deux battants, normalement fermée par une crémonne et contre laquelle se relève un pont de chargement articulé au brancard de la caisse. Pour permettre d'introduire un cheval dans l'une des deux stalles médianes, les cloisons sont mobiles autour de leurs charnières antérieures, sur des galets qui permettent de les faire rouler. Il n'y a qu'un seul compartiment pour le palefrenier, à l'extrémité du wagon, du côté de la tête des chevaux; à l'autre extrémité se rabat un pont de chargement, comme dans les écuries ordinaires. Ce véhicule est d'ailleurs muni de tous les accessoires permettant de l'atteler aux trains de grande vitesse. Longueur totale hors tampons, 5^m 900; écartement des essieux, 3 mètres; nombre des chevaux 3; poids du wagon vide 8 600 kilogr.; poids mort par cheval, 2 890 kilogr.

Wagons couverts. — Le *wagon exposé par la Compagnie de l'Est* est construit en tenant compte de toutes les conditions techniques fixées par la conférence internationale de Berne. Le châssis, entièrement métallique, est muni d'un frein à main agissant sur une des 4 roues; les boîtes, en deux pièces, sont disposées pour le graissage par la capillarité; les ressorts de suspension sont à rouleaux, au lieu d'être à bouts plats; la caisse est construite en pitch-pin, aussi solide et moins dur que le chêne; les lames du plancher sont assemblées dans le sens transversal; le pavillon est en sapin, sauf les bavettes latérales en pitch-pin; il est recouvert d'une toile écriue, enduite de trois couches de cêruse et clouée sur les rebords; cette toile écriue dure plus longtemps que la toile sablée et ne présente pas la même combustibilité. Des supports-guides sont disposés pour recevoir les câbles de l'intercommunication électrique, dans le cas où le véhicule est intercalé dans les trains de voyageurs. Les portes roulantes sont munies d'un appareil de fermeture se manœuvrant de l'intérieur ou de l'extérieur; deux ouvertures d'aérage, intérieurement fermées par des volets en tôle, sont ménagées sur les faces latérales, à côté des portes. Le wagon est peint en couleur brune, sur laquelle se détachent les inscriptions en jaune. Longueur hors tampons, 7^m 100; écartement des essieux, 3^m 750; tare 7 120 kilogr.

Le *wagon couvert* dont la section est exposée par le Pennsylvania Railroad, sert au transport des grains, des denrées et marchandises craignant l'humidité: il a 10^m 360 de longueur et présente, sur chaque face latérale, une porte de 1^m 370 de largeur; la tare est de 13 200 kilogr., et la charge 29 500, soit un poids mort de près de 500 kilogr. par tonne.

Le *wagon à messageries* exposé par la Compagnie du Midi, sert au transport, en grande vitesse, des bestiaux et des marchandises diverses, voyageant à couvert; il est muni, à cet effet, du frein à air comprimé, de mains courantes et de marchepieds comme les voitures; sur la caisse sont ménagées des portes roulantes et des volets se rabattant extérieurement. Le châssis, ainsi que les charpentiers de caisse et des portes, sont en fer; les roues sont à centre plein, et les bandages sont fixés aux jantes, à l'aide de rivets borgnes. Longueur hors tampons, 7^m 420; écartement des essieux, 3^m 400; volume intérieur disponible 29^m 531, tare 8 200 kilogr.; chargement 6 000 kilogr.; poids mort, par tonne, 1 366 kilogr.

Plates-formes et tombereaux. — La *plate-forme exposée par la Compagnie du Midi*, sert au transport, en petite vitesse, des marchandises voyageant à découvert ou abritées par des bâches; elle porte, au milieu d'un de ses bouts, une guérite accessible des deux côtés de la voie, et est munie d'un frein à vis, à quatre sabots, manœuvré de cette guérite. Le châssis est mixte, brancards en fer, traverses en chêne; les roues sont à rayons et les bandages sont fixés aux jantes au moyen de rivets borgnes. Longueur hors tampons, 7^m 630; écartement des essieux, 3^m 400; hauteur des hausses, 0^m 200; surface disponible 17^m 30; chargement 10 tonnes; tare 6 350 kilogr.; poids mort, par tonne, 635 kilogr.

Le *wagon plat, à deux trains*, exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord, est destiné au transport des grandes tôles et des fers longs; il repose sur deux bogies reliés l'un à l'autre par une flèche d'accouplement fixée aux chapes de traction; chaque bogie porte des longerons en tôle entretoisés, sur lesquels repose, par l'intermédiaire d'un loisir en fonte et d'un cercle de frottement en fer, le cadre de la plate-forme, qui est recouverte d'un plancher, et qui est munie de 16 rauchers, dont l'écartement peut varier. Longueur hors tampons, 15^m 900; longueur de chaque train, 4^m 960; largeur 2^m 914; écartement d'axe en axe des bogies, 9 mètres; poids mort à vide 16 900 kilogr.; liante du chargement, 25 tonnes; poids mort par tonne, 680 kilogr.

La *plate-forme* exposée par le London Brighton and South Coast Railway, est à deux essieux et porte un frein à vis actionnant 8 sabots; elle est destinée au transport des voitures de déménagement capitonnées

du système Hudson, et à cet effet, les hausses des extrémités se rabattent pour permettre le chargement à quai: la tare est de 6 tonnes et la charge 4 tonnes, soit un poids mort de 1 500 kilogr. par tonne.

La *Compagnie du Sud de la France* expose, comme spécimen de son matériel à marchandises, un wagon-tombereau et un wagon plat, établis sur des châssis métalliques, ayant une hauteur de tamponnement de 0^m 800; l'appareil de choc et de traction a été établi en vue de permettre un passage facile dans les courbes d'un petit rayon. Le wagon-tombereau mesure, hors tampons, 5^m 500; le wagon plat, dont les grands côtés peuvent se rabattre, a une plate-forme mesurant 4^m 500 sur 2^m 100; l'empattement des deux véhicules est de deux mètres seulement, et ils peuvent contenir un chargement de 10 tonnes, comme les wagons de la voie normale: la tare du tombereau étant de 3 060^k, et celle du wagon plat de 3 670^k, le poids exact est de 406^k et 367^k par tonne.

Le *Grand Central belge* expose un wagon de 20 tonnes, à haussettes mobiles, monté sur deux bogies et destiné au transport des pièces de grande longueur. Ce type de wagon, qui peut se transformer à volonté en wagon plat, par la suppression des haussettes, ressemble à celui qu'expose la Compagnie du Nord et n'en diffère que par les détails de la construction; le Grand Central en a fait construire 180 d'après ce type, soit 2.5 % de son effectif total. Le poids est de 12 250^k, soit 610^k par tonne; la capacité 10^m 360; la longueur du châssis est de 10^m 100 et l'écartement, d'axe en axe des bogies, 6^m 400.

La *Société nationale des Chemins de fer vicinaux de Belgique* expose un wagon plat, étudié de manière à pouvoir transporter, outre les marchandises ordinaires, des perches, des arbres, des voitures ou des tapissières; pour le transport des perches et des arbres, le wagon est muni de chevalets mobiles, avec ridelle; pour le chargement des voitures et des tapissières, deux appareils d'arrimage se placent à la distance nécessaire et sont fixés aux longs côtés du wagon, par des broches s'emboîtant dans un fer en U formant bordure le long de ces côtés.

Le *wagon à plate-forme surbaissée* exposé par M. Chevalier, a été étudié de manière à recevoir les grues mobiles employées dans l'exploitation des chemins de fer. La plate-forme, très-basse, est relevée au-dessus des essieux; pendant le travail, on fait reposer le véhicule sur des patins en bois, placés à l'aplomb des rails; les ressorts de suspension supportent l'ensemble du wagon par l'intermédiaire de leviers articulés à l'une de leurs extrémités, tandis que l'autre vient s'appuyer sous la tête d'une tige verticale filetée: il y a deux leviers pour chaque ressort, et tous deux s'appuient sous la même tige par leur extrémité libre; pour obtenir le mouvement de descente et fixer les patins, on fait tourner une manivelle commandant une vis sans fin, qui engrène avec une roue dentée servant d'écrou à chacune des vis filetées, de sorte qu'un homme suffit à la manœuvre des appareils correspondant à chaque essieu, pendant une durée d'une minute, en développant un effort qui ne dépasse pas 4 kil.

M. COSSMANN,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

L'HYGIÈNE A L'EXPOSITION DE 1889

L'hygiène a son exposition à l'Esplanade des Invalides, où elle occupe trois pavillons. Au centre, est l'hygiène publique occupant un grand pavillon très bien conçu; à gauche, les instruments provoqués par l'hygiène privée ou de l'habitation, précédés du service public des eaux minérales; à droite, un pavillon consacré aux applications du génie civil à l'hygiène et occupé avec ses annexes par la maison Geneste et Herscher dont l'exposition mérite d'être traitée à part.

Le pavillon central de l'hygiène publique renferme les nombreux objets exposés par l'assistance publique qui relève du ministère de l'Intérieur. Ces objets se divisent: en éducation de la première enfance; en éducation de la seconde enfance ainsi que celle des jeunes gens; en soins à donner aux adultes, aux personnes âgées ou infirmes, aux malades de tout âge. L'Etat, qui préside à tous ces soins, est aidé dans sa tâche par des sociétés philanthropiques ou d'hygiène et par des personnes riches qui font un emploi généreux de leur temps ou de leur fortune.

L'enfance est bien traitée à cette exposition. En entrant, on est d'abord frappé par une revue historique des soins qui leur étaient donnés autrefois, mis en regard des soins actuels. Des centaines de bébés en carton peint sont revêtus de leurs oripeaux nationaux et dans les postures que leur donnaient et leur donnent encore, au fond des provinces, leur mère ou leur nourrice, soit pour les préserver des accidents, soit pour que leurs parents puissent vaquer plus librement à leurs occupations. Cet historique s'étend jusqu'aux berceaux où ils reposaient.

Ce qui frappe le plus dans cette exhibition, c'est l'étroitesse de l'emboîtement et la gêne extrême qui en résultait pour la première enfance. On est un peu sorti de cette mode et du préjugé qui s'opposait à ce que l'enfant pût se remuer à un âge où il est peut-être le plus important de mouvoir ses muscles en liberté. Sans doute, l'enfant se rattrapera plus tard; mais il y avait une perte de temps de près d'une année.

Un autre inconvénient, plus grave encore, résultait de son mode de nourriture. Le sein lui était donné souvent; mais trop souvent, aussi, l'allaitement avait pour adjuvant la soupe mitonnée dans laquelle la cuillère devait se tenir debout. Au lieu de lui donner de la vigueur et des forces, on produisait ainsi le ballonnement du ventre, le carreau, l'athropsie, qui enlevaient un grand nombre d'enfants.

Ces préjugés, que nous retrouvons très vivaces, tendent cependant à se perdre chez les personnes instruites. Aujourd'hui, les enfants, du moins ceux des classes aisées, sont plus libres de leurs mouvements; leur nourriture, exclusivement lactée et liquide, est mieux adaptée à leurs facultés digestives naissantes. On a moins d'enfants, mais on les conserve mieux, ce qui établit un peu la compensation, et la mortalité infantile a diminué dans une énorme proportion là où le régime est changé.

A Paris, le lait est plus frelaté qu'à la campagne, le biberon à tube de caoutchouc y règne plus en maître; l'athrepsie y fait encore de trop nombreuses victimes, surtout dans les classes pauvres.

A côté des enfants au maillot se trouve un des anciens tours. On les a supprimés aujourd'hui presque partout, et certains conseillent de les rétablir. Que la loi, que l'assistance publique ou privée, que le développement de l'éducation rendent les tours inutiles, très bien; mais quand ils sont encore nécessaires, et ils le seront encore longtemps dans les villes, les supprimer est mauvais, je crois.

Nous arrivons à l'âge où la vaccination est utile. Le pavillon central renferme une collection d'enfants présentant la série des accidents qui naissent, rarement il faut le dire, de l'emploi de la vaccine humaine. La vaccine animale est tout aussi efficace; elle est, en outre, sans danger.

Grâce à l'habitude que nous avons prise, en France, de faire vacciner les enfants, et souvent de les faire revacciner, les épidémies, autrefois terribles, de variole y sont devenues très rares. On voit bien encore, à Paris, de 30 à 40 décès par semaine causés par la variole; mais, outre que ce nombre est très faible, en raison de l'énorme population de la ville et du renouvellement de cette population venue presque de partout, le nombre des personnes qui portent les stigmates de cette affreuse maladie y diminue chaque jour.

Malgré l'amélioration de leurs conditions hygiéniques, il est encore des enfants malades. Pour eux, comme pour nous, tous les hôpitaux s'améliorent. On crée, de plus, des dispensaires spéciaux pour eux, où des médecins, familiers avec les soins à leur donner, prodiguent leurs conseils gratuits aux mères ou les traitent quand leur mère consent à s'en séparer temporairement. Un spécimen en relief d'un dispensaire semblable est exposé dans le pavillon central, avec le nom de son fondateur, comme c'est la règle à l'Exposition.

Viennent la seconde enfance et la jeunesse, et les soins spéciaux qu'elles exigent. Il ne s'agit plus de faire naître des enfants et de les conserver par des soins bien entendus, il faut, de plus, en faire des adultes utiles à eux-mêmes et au pays.

Des spécimens d'école maternelle sont exposés à côté du pavillon de l'hygiène publique, dans le pavillon de l'économie sociale; d'école de village, dans un pavillon spécial placé presque en face de l'hygiène publique. D'autres expositions montrent les travaux effectués par les enfants des écoles professionnelles ou autres.

Dans le pavillon central même se trouve l'hospice de Pen Bron (Loire-Inférieure), où les enfants scrofuleux admis sont traités pour toutes les affections exigeant l'air vif et tonique de la mer. Cet hospice, placé sur une langue de terre qui s'avance au milieu des eaux, y est représenté en relief pour bien montrer sa position favorable; des tableaux appendus au mur voisin y donnent les détails de sa construction et y font connaître les maladies traitées et les succès du traitement.

L'assistance publique y expose également les asiles des jeunes aveugles, filles et garçons, des sourds-muets; elle fait connaître, en même temps, les soins donnés à leur éducation et à leur instruction utile. On est vraiment surpris des travaux exécutés par ces infirmes, qui trouvent si bien, dans le toucher, le supplément des sens qui leur manquent.

Tout cela n'est pas nouveau, sans doute; ainsi nous avons vu autrefois, chez un sénateur suisse, dont une fille, âgée d'une vingtaine d'années, était sourde-muette de naissance, un ancien ami de la famille dinant avec elle et ne pouvant se rappeler, après une absence prolongée, lequel des enfants était sourd-muet. Elle parlait, et la vue lui permettait de suivre la conversation sur les lèvres de son interlocuteur. Ces soins, donnés à l'enfant, étaient alors l'apanage des classes aisées, ils sont aujourd'hui accessibles à tous.

La guerre fait de cruels ravages parmi les adultes. Les femmes de France se sont coalisées pour enlever à la mort ceux que l'ennemi a frappés. Elles se sont divisées en deux sociétés émules, exposant séparément, dans le pavillon Central, et ayant chacune un dispensaire mobile, à droite, derrière le pavillon Geneste et Herscher.

Dans le pavillon Central sont des plans en relief des asiles de malades: maladies nerveuses ou maladies ayant affecté les centres nerveux et la raison. Des plans et dessins donnant les détails de constructions sont appendus au mur. Leur nombre même, aussi bien que la transformation du régime adopté, sont des indices des temps actuels, où la vie est si active que souvent la lame use le fourreau. Pour montrer en même temps les progrès réalisés dans le mode de traitement des aliénés, on a installé une cellule rembourrée et réunissant toutes les conditions de l'hygiène actuelle, et, à côté, une cellule du temps passé où se trouve un malheureux enchaîné, et les ustensiles imaginés pour le maintenir, véritables instruments de tortures physiques ajoutées à des tortures morales quand le moral reste vivant.

Les hôpitaux avec leurs beaux plans reliefs y abondent, et pour montrer que la vieillesse est loin d'être oubliée dans ce dénombrement, leurs asiles sont nombreux.

Il existe d'ailleurs toute une école d'architectes dans laquelle l'hygiène de l'habitation publique ou privée est sans cesse étudiée. Dans certains quartiers riches de Paris, on a quelquefois de la peine à trouver pour des loyers inférieurs à 8 ou 9 000 francs par an, des apparte-

ments ayant l'eau dans les cabinets, tandis que dans d'autres quartiers, où se trouvent d'autres architectes, on rencontre cet élément indispensable de l'hygiène privée dans des maisons dont les logements atteignent à peine 300 francs de location par an.

De même que l'on trouve deux Sociétés de femmes françaises pour secourir les blessés, on trouve au Pavillon central, deux Sociétés d'hygiène qui exposent. La place qui leur est concédée est très-étroite; elle leur suffit cependant, parce que leur action publique se traduit surtout par leurs publications. L'une d'elles, la *Société française d'hygiène*, s'occupe en ce moment de fonder une Société de protection sanitaire placée sous son patronage, et dont le but est de populariser les données les plus essentielles de l'hygiène pratique et de les appliquer aux besoins de la vie privée, tandis que la Société mère les étudie toujours à un point de vue plus général et plus théorique.

Pour se rendre du Pavillon central à l'annexe gauche, on traverse un large couloir où sont exposés, par leurs constructeurs, tous les appareils servant à la salubrité de la maison: coupe-air de divers modèles; water-closets publics ou privés; siphons pour l'arrivée de l'eau de lavage s'amorçant d'eux-mêmes ou par tirage; siphons pour le départ des eaux sales, au-dessous de l'évier, ou par les tuyaux qui aboutissent à l'égout; robinets pour les eaux propres des coiffeurs, des salles de bain, des cuisines, etc. Partout l'aisance et la propreté se développent, et la science est toujours prête à aider à ce mouvement et à le diriger.

En traversant ce large couloir qui se prolonge au dehors, on arrive à l'annexe proprement dite. Cette annexe sert aux eaux d'alimentation, aux filtres et aux appareils de chauffage.

Les eaux d'alimentation ont une importance extrême. Depuis les beaux travaux de M. Pasteur et de la pleiade des médecins qui ont travaillé dans le même sens, on connaît, jusqu'à l'exagération, les dangers des eaux contaminées. Ces eaux crues, prises à l'intérieur, peuvent, soit par les ptomaines qu'elles renferment en dissolution, soit par les microbes qu'elles tiennent en suspension, ces derniers produisant d'ailleurs les premières, occasionner la mort. La famille d'un Inspecteur général de l'Université en est un exemple frappant. Quand le nombre des microbes nocifs est assez grand, et que le sujet présente une susceptibilité suffisamment développée, la mort peut être plus ou moins prompte. Dans ce cas, la cuisson des eaux seule peut irrémédiablement tuer tous ces germes organiques si redoutables pour nous.

Le remède n'est pas sans inconvénients et ne saurait être prolongé indéfiniment. Il nous faut, en effet, du calcaire pour former ou entretenir nos tissus osseux; or, la cuisson des eaux, telle, du moins, qu'on la pratique ordinairement à l'air libre, enlève à l'eau son acide carbonique, que l'aérage simple ne peut lui rendre, et par suite son carbonate de chaux dissous à la faveur de cet acide carbonique. Ces eaux sont lourdes, d'une digestion assez pénible, et insuffisamment réparatrices de notre économie. Aussi, a-t-on imaginé de cuire ces eaux sous pression, de manière à ne rien leur faire perdre; mais leur prix élevé en limite l'usage aux riches. Le véritable remède pratique serait donc dans une filtration assez complète, pour les décharger de tous les germes en suspension qu'elles peuvent contenir.

Les essais nombreux faits à Gennevilliers et ailleurs, ont montré que le sol réunit toutes ces conditions; aussi les eaux de source sont-elles primitivement pures de tout organisme vivant. La porcelaine poreuse peut être dans le même cas. Ses pores sont généralement assez étroits pour laisser passer les liquides et les corps qu'ils peuvent dissoudre, mais sans laisser passer les germes dont le diamètre est d'une fraction de millièbre de millimètre. La lenteur de la filtration aide d'ailleurs à cette séparation.

Pour que cette filtration ait lieu dans de bonnes conditions, il faut nécessairement que la différence de pression sur les deux faces de la porcelaine poreuse soit assez considérable, ce qui produit une perte de charge sensible. De plus, on ignore toujours, quand le filtre n'est pas absolument neuf ou remis à neuf, si les bactéries n'ont pas en pullulant, envahi sa masse et si elles ne sont pas prêtes à passer à l'intérieur du filtre; ou bien si celui-ci ne présente pas quelque fissure qui le mettrait hors de service et induirait d'autant plus en erreur, que tous les germes retenus s'accumuleraient à l'extérieur.

Les filtres en charbon sont dans le même cas pour une autre raison: leurs pores sont beaucoup plus larges; la perte de charge y est beaucoup plus faible et quand la filtration est trop rapide, le charbon ne peut plus agir sur les substances solubles ou en suspension dans l'eau à filtrer; le même effet est d'autant plus marqué que le charbon a servi depuis plus de temps. Aussi recommande-t-on de le renouveler souvent, ce qui est pratiqué rarement.

Tous ces filtres sont individuels et ne peuvent pas servir à donner l'eau nécessaire aux grandes agglomérations urbaines dans les villes. Combien se trouve-t-il de ménages qui ne font usage d'aucun filtre, ou qui n'emploient que des filtres vieux ou insuffisants, et, par suite, plus nuisibles qu'utiles! On doit donc fournir aux habitants des eaux claires, débarrassées des substances qui les troublent, sauf, pour les personnes plus soigneuses de leur santé ou plus délicates, à filtrer ces eaux une seconde fois chez elles, avec des filtres dont elles connaissent l'âge et la composition. On doit donc continuer à rechercher un filtre industriel, pouvant donner des masses considérables d'une eau claire, dépourvue du plus grand nombre possible de ses microbes, ce qui aurait lieu par une sorte d'encollage, joint à une vitesse faible de l'eau dans les pores du filtre, exigeant pour celui-ci de grandes surfaces filtrantes.

Au milieu des filtres de toute substance et de toute forme se trouvent les appareils de chauffage: poêles mobiles ou fixes, appareils

de cheminées ordinaires, calorifères, etc. Toutefois, on retrouve au Champ de Mars le plus grand nombre de ces appareils.

Le grand ennemi de tout système de chauffage, celui contre lequel a lutté plus ou moins avantageusement chaque constructeur, est, en somme, l'oxyde de carbone qui est très vénéneux, qui peut nous tuer à très faible dose et sans crier gare. L'acide carbonique nous asphyxie sans doute, mais à dose beaucoup plus grande; son odeur piquante peut d'ailleurs nous prévenir. Le gaz de l'éclairage peut nous empoisonner; mais son odeur est repoussante. L'oxyde de carbone n'a pas d'odeur par lui-même, et le temps pendant lequel il agit peut suppléer à sa quantité, parce que son action persiste pendant longtemps. Tout en produisant l'éclairage comme le chauffage; et quand on tient à se préserver de tout courant d'air intérieur, on est dans les meilleures conditions pour subir son action nocive. Un grand nombre de nos maladies nerveuses les plus graves proviennent, peut-être, des progrès du chauffage et de l'économie que ces progrès nous procurent, malgré notre susceptibilité plus grande à toute cause de refroidissement accidentel. Nos pères, sous ce rapport, étaient moins économes et moins sensibles; mais ils se portaient mieux, malgré les conditions plus défavorables de leurs demeures.

L'annexe de droite, remarquablement occupée par la maison Geneste et Herscher, renferme, outre tous les appareils déjà sommairement appréciés, les appareils de ventilation, de désinfection, de panification en campagne, etc., dont nous aurons à parler plus tard avec détail.

F. MARIÉ-DAVY.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Les entrées à l'Exposition. — Voici, pour la deuxième quinzaine d'octobre, le relevé récapitulatif et comparatif des entrées payantes aux Expositions de 1878 et de 1889 :

	En 1878.	En 1889.
16 octobre	60.188	119.037
17 —	70.148	144.540
18 —	63.944	118.496
19 —	65.011	109.929
20 — (dimanche) . .	154.128	240.461
21 —	147.884	133.284
22 —	69.716	109.924
23 —	89.775	114.875
24 —	68.265	155.369
25 —	55.434	106.903
26 —	52.919	94.827
27 — (dimanche) . .	199.220	297.803
28 —	88.954	124.938
29 —	69.282	145.746
30 —	68.463	120.665
31 —	70.953	135.233
TOTAUX . . .	1.394.284	2.272.030

Si on ajoute à ces chiffres ceux obtenus en mai, juin, juillet, août, septembre et dans la 1^{re} quinzaine d'octobre, pour les mêmes entrées

10.736.014 21.714.400

On obtient un total de

12.130.298 23.986.430

Soit en faveur de 1889 une différence de . . .

11.856.132

Voici, d'autre part, pour les six premiers jours de novembre, le relevé récapitulatif des entrées payantes à l'Exposition de 1889 :

1 ^{er} novembre (Toussaint)	261.749
2 —	178.532
3 — (dimanche)	262.039
4 —	194.879
5 —	154.326
6 — (clôture de l'Exposition)	370.354
TOTAL	1.421.879

Si on ajoute à ce total celui des entrées payantes pendant les mois de mai, juin, juillet, août, septembre et octobre.

23.986.430

On obtient un total général de

25.408.309

Des relevés ci-dessus, il résulte que le nombre total des entrées payantes pendant toute la durée de l'Exposition a dépassé le chiffre de vingt-cinq millions, et que, rien que pendant les six derniers jours supplémentaires du mois de novembre, leur nombre a dépassé quatre cent mille. Si l'on se place uniquement au point de vue du nombre des visiteurs, on peut donc dire que l'Exposition vient de clôturer sur un grand succès; ce succès même était loin d'être épuisé et il est probable qu'il se serait prolongé encore pendant plusieurs semaines

s'il avait été possible de retarder la clôture au delà de la limite primitivement fixée.

La dernière journée de l'Exposition. — C'est mercredi dernier, 6 novembre, que l'Exposition a définitivement fermé ses portes. Cette journée a été favorisée par un temps magnifique et les visiteurs se sont rendus en foule au Champ de Mars. Le nombre des entrées payantes a été de 370.354; c'est le chiffre le plus élevé, après celui du dimanche 13 octobre, qui ait été atteint pendant toute la durée de l'Exposition (1).

Dès une heure et demie, la foule commençait à faire queue aux divers guichets d'entrée. Bientôt dans les galeries l'encombrement a été si considérable et la chaleur telle, que plusieurs personnes se sont trouvées mal. Aux abords des passerelles la circulation était devenue si difficile, qu'il était presque impossible d'avancer. Sur certains points même, les agents ont dû par instants interrompre la circulation pour éviter de graves accidents.

A quatre heures et demie, les gardiens ont fait évacuer les galeries des industries diverses, et toute la foule s'est alors concentrée dans le jardin, dans le Palais des Machines et dans la galerie de trente mètres.

A partir de cinq heures, les arrivants étaient obligés de donner cinq tickets; néanmoins, il est entré du monde toute la soirée, ce qui a fait relever un peu le prix des tickets qui était tombé à 20 et 25 centimes. A neuf heures et demie, on faisait encore queue à plusieurs guichets.

Au moment du dîner, les restaurants regorgeaient de monde, à tel point que le pain et les provisions ont fini par manquer, comme le jour de l'ouverture de l'Exposition.

La fête de nuit a été très brillante, et les illuminations, les fontaines lumineuses, les embrasements de la tour de 300 mètres ont eu, comme toujours, un grand succès.

Le dernier coup de canon de la tour, à dix heures et demie, a indiqué la clôture définitive de l'Exposition.

Dans la journée, le Président de la République a fait une dernière visite incognito au Champ de Mars. Il était entré par la porte du Trocadéro; mais la foule était si compacte qu'il a dû bientôt rebrousser chemin.

Après la clôture. — Aussitôt après que la foule a eu évacué complètement l'enceinte de l'Exposition, le premier coup de pioche ouvrant la période de démolition a été donné. Plusieurs équipes d'ouvriers se sont immédiatement mises au travail sur divers points : à l'Esplanade, pour y tracer le passage reliant les deux tronçons de la rue Saint-Dominique; au quai d'Orsay, pour établir le long du parapet, sur le trottoir, une voie de communication partant du pont des Invalides pour rejoindre, à l'angle de la rue de Constantine, le Ministère des Affaires étrangères. Quelques instants plus tard, des cantonniers établissaient au pied de la Tour Eiffel, une palissade pour permettre de rendre le pont d'Iéna à la circulation.

Dès jeudi matin, les passages à l'Esplanade des Invalides ont été livrés aux piétons. Au Champ de Mars, les palais des Beaux-Arts et des Arts Libéraux étaient impitoyablement fermés au public. Partout d'ailleurs, le déménagement des exposants avait immédiatement commencé, et sur plusieurs points, il a été mené avec une très grande activité.

Pour assurer la circulation sur l'Esplanade des Invalides, les portes de l'Exposition donnant sur l'Esplanade sont ouvertes tous les jours pour le passage des piétons, jusqu'à la tombée de la nuit. Il est probable qu'avant la fin du mois le passage des voitures sera également assuré à travers l'Esplanade.

Don de M. Carnot aux pauvres de Paris. — Le Président de la République vient, à l'occasion de la fin de l'Exposition, de faire distribuer une somme de vingt mille francs aux pauvres de Paris. Voici la lettre qui a été adressée, au nom de M. Carnot, à chacun des maires des vingt arrondissements de la capitale :

Paris, le 4 novembre 1889.

Monsieur le Maire,

M. le Président de la République, ne voulant pas que les pauvres de Paris soient plus oubliés à la fin qu'au commencement des fêtes de l'Exposition, me charge de vous envoyer de nouveau la somme de mille francs pour être distribuée, de sa part, le 6 novembre, aux familles les plus nécessiteuses de votre arrondissement.

Veuillez agréer, Monsieur le Maire, l'assurance de ma haute considération.

Le général de brigade,
Secrétaire général de la Présidence,
BRUGÈRE.

Commencement d'incendie au Palais des Beaux-Arts. — Un commencement d'incendie s'est déclaré au Champ de Mars le 31 octobre. Vers trois heures de l'après-midi, on vit de la fumée s'échapper d'une cloison au premier étage du Palais des Beaux-Arts, dans la section belge. Les pompiers arrosèrent aussitôt la cloison menacée, et, au bout d'une heure, le danger était conjuré.

La cause de ce commencement d'incendie paraît devoir être attribuée à des conducteurs électriques qui sont logés en grand nombre dans un des pilastres en fer et terre cuite du Palais des Beaux-Arts, pour l'éclairage du jardin du côté de l'avenue de Labourdonnais. Grâce aux mesures prises à l'origine pour l'ignification des tentures et du velum, l'incendie n'a heureusement pu trouver d'aliments, et tout s'est borné à quelques dégâts insignifiants.

(1) Le lundi de la Pentecôte, le nombre des entrées payantes s'était élevé à 333.776, et le dimanche 13 octobre à 387.877.

Les jetons de service. — La direction générale des finances de l'Exposition vient d'adresser la lettre suivante à tous les présidents de classe :

» Monsieur,

» J'ai l'honneur de vous informer que les jetons et cartes de service, qui vous ont été délivrés pour les besoins des exposants de votre classe, continueront à être valables après la clôture de l'Exposition jusqu'au 15 novembre inclusivement.

» Outre ces jetons, dont le nombre serait insuffisant pour assurer les opérations de déménagement et d'emballage des marchandises, d'autres jetons, valables à dater du 7 novembre, seront distribués par le service des entrées.

Je vous prie de vouloir bien me faire parvenir d'urgence l'état exact de ces jetons supplémentaires.

» La distribution en sera faite, contre reçu, à votre représentant, à ma direction générale, 18, avenue de La Bourdonnais, les 4, 5 et 6 novembre, de 10 heures à 5 heures.

» Agréer, etc.

Les laissez-passer. — La direction de l'Exploitation a fait afficher dans l'Exposition l'avis suivant, relatif aux *laissez-passer* de service pour la sortie des objets exposés :

» MM. les secrétaires et Ingénieurs de classes sont avisés que des *laissez-passer* de service pour la sortie des produits exposés, à partir du 7 novembre au matin, sont à leur disposition, par cahiers de deux cents, à la direction générale de l'exploitation (service de la manutention).

» Les jetons de service nécessaires pour le personnel seront délivrés par les soins de la direction générale des finances, 18, avenue de la Bourdonnais. »

Réexpédition des produits français et étrangers. — Dans le dernier numéro du *Génie Civil* nous avons déjà donné un résumé des instructions de la direction de l'exploitation, relatives à la réexpédition des divers produits en provenance de l'Exposition. Aujourd'hui nous publions ci-après ce document *in-extenso* :

Instructions pour la réexpédition des produits étrangers et français en provenance de l'Exposition.

§ 1^{er}. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES

I. L'emballage et le transport des produits exposés sont à la charge des exposants, au retour comme à l'aller.

L'Administration s'abstient de toute immixtion entre les entrepreneurs de transport et les exposants, qui ont à pourvoir par eux-mêmes à tous les détails comme à toutes les dépenses de la réexpédition de leurs produits.

II. L'Administration n'est en aucune façon responsable des vols et détournements qui pourraient être commis. (*Art. 41 du Règlement général.*)

Les exposants et leurs agents sont, en conséquence, invités à redoubler de surveillance pendant la période des réexpéditions.

On appelle spécialement leur attention sur la nécessité de ne faire pénétrer dans l'enceinte que des ouvriers dont ils soient sûrs, et de se faire rendre, aussitôt qu'ils ne seront plus nécessaires, les jetons de service mis à leur disposition pour l'entrée desdits ouvriers.

III. L'introduction dans l'enceinte de l'Exposition des caisses vides, des emballages, des camions et autres instruments de transport pourra commencer dès le 7 novembre 1889, au matin.

IV. L'entrée des exposants, de leurs agents, des entrepreneurs et de leurs ouvriers, se fera au moyen des cartes, jetons de service et laissez-passer en usage pendant la période d'ouverture de l'Exposition.

La délivrance des jetons de service, valables pour une quinzaine et renouvelables au besoin, sera faite dans les formes admises jusqu'à ce jour.

V. A dater du 7 novembre, les commissionnaires médaillés par la Préfecture de police seront admis dans l'enceinte de l'Exposition sur le vu de leur médaille. Ces commissionnaires seront astreints à stationner sur les divers points qui leur seront assignés.

VI. Aucun objet ne pourra sortir de l'Exposition sans être accompagné d'un laissez-passer de sortie signé par le Directeur général de l'exploitation et portant le double visa de la douane et de l'octroi.

VII. Les exposants ne devront, sous aucun prétexte et pour un temps si limité que ce soit, obstruer les passages et les voies de la circulation générale dans les palais et les parcs, ni déposer des colis le long des voies ferrées à une distance du rail moindre que 1^m 50 de chaque côté.

Le Directeur général de l'exploitation pourra faire enlever d'office et emmagasiner, aux frais de qui de droit, tout objet qui sera abandonné de façon à gêner en quelque manière que ce soit les opérations de la réexpédition.

§ 2. — DISPOSITIONS SPÉCIALES AUX EXPÉDITIONS PAR CHEMINS DE FER

VIII. Les voies ferrées du Champ-de-Mars seront remises en état dans le plus bref délai, et la réexpédition par chemin de fer commencera dès que ce travail sera terminé.

IX. Les produits, tant français qu'étrangers (*objets d'art et de valeur exceptés*), qui prendront la voie de fer, seront transportés par les chemins de fer français à moitié prix des tarifs généraux et spéciaux des Compagnies, autres que ceux des expositions et concours ordinaires, conformément à l'arrêté du Ministre des Travaux publics, en date du 6 janvier 1888.

Toutefois, le prix réduit ne devra, dans aucun cas, descendre au-dessous de la base de quatre centimes par tonne et par kilomètre.

L'expéditeur pourra toujours demander l'application des tarifs ordinaires des Compagnies, lorsque ces derniers lui seront plus favorables.

Les conditions des tarifs généraux et spéciaux seront applicables au transport des objets venant de l'Exposition. Les transports seront, s'il y a lieu, passibles des frais accessoires dont la perception est autorisée par l'Administration, ainsi que du droit ordinaire d'enregistrement et du Timbre dus au Trésor public.

Moyennant la réduction de 50 %, stipulée ci-dessus sur les prix de transport, les Compagnies sont exemptées de toute responsabilité au sujet des avaries qui pourraient provenir des défauts d'emballage ou du mauvais conditionnement des colis.

X. Le transport des objets d'art et de valeur sera effectué aux prix et conditions des tarifs généraux.

XI. Sont exceptées du présent tarif les masses indivisibles (autres que : wagons, machines et tenders roulant sur la voie) pesant plus de 10 000 kilogr., et les objets dont les dimensions excèdent celles du matériel.

Le prix du transport de ces masses sera fixé de gré à gré.

Il en sera de même pour les locomotives, tenders et wagons ne pouvant circuler sur les voies des chemins de fer français.

XII. Tous les transports effectués à prix réduit, conformément à l'arrêté ministériel du 6 janvier 1888, auront lieu en port dû à l'arrivée, y compris, si le transport des colis est effectué par les soins des Compagnies à partir du Champ-de-Mars, le prix du camionnage dans Paris aux conditions indiquées ci-dessus.

XIII. Pour jouir du tarif à prix réduit fixé par l'arrêté du 6 janvier 1888, les exposants de produits de l'agriculture et de l'industrie (classes 6 à 83) devront remettre à la gare d'expédition un bulletin justificatif mentionnant le nom de l'exposant, le nom et l'adresse du destinataire, le poids approximatif du colis et la nature de son contenu. Le bulletin, s'il s'agit d'un exposant français, sera signé par l'exposant ou son agent; s'il s'agit d'un exposant étranger, il sera signé par le commissaire de la section.

Les poids mentionnés sur ces bulletins serviront de base à la détermination du prix de transport.

XIV. Le transport dans Paris des objets provenant de l'Exposition universelle pourra être fait, soit directement par les exposants, soit par l'intermédiaire des Compagnies de chemins de fer.

Dans le premier cas, les colis, accompagnés du bulletin justificatif ci-dessus indiqué, seront remis aux gares des diverses lignes.

Dans le second cas, le transport sera fait par les Compagnies aux prix et conditions suivantes :

Les colis pesant isolément moins de 1200 kilogr. seront conduits par camions.

Les colis pesant isolément 1200 kilogr. et au-dessus seront conduits par le chemin de fer de ceinture.

Les parties d'un même tout, telles que les pièces d'une machine, lorsqu'elles pèseront les unes plus, les autres moins de 1200 kilogr., seront réunies dans une même expédition et conduites par chemin de fer.

Le prix du transport dans Paris, lorsqu'il aura été effectué par les Compagnies, sera de 10 francs par tonne. La perception aura lieu par fraction indivisible de 10 kilogr., avec un minimum de 1 franc.

XV. Les colis à transporter par l'embranchement du Champ de Mars et le chemin de fer de Ceinture seront amenés par les soins des exposants, de leurs délégués ou des commissaires étrangers, et aux frais des intéressés, soit au pied des grues fixes ou roulantes, lorsque le chargement devra être fait au moyen de ces appareils, soit au pied des wagons destinés à les recevoir.

Le prix de 10 francs par tonne, fixé pour le transport dans Paris, comprend l'opération du chargement.

XVI. Les colis qui devront être camionnés sur essieux par les soins des Compagnies de chemins de fer, de l'Exposition aux gares de départ de Paris, seront amenés dans les mêmes conditions jusqu'au point où les camions pourront s'avancer pour venir les prendre.

XVII. Les wagons complets, à destination de l'étranger, plombés en douane, pourront être expédiés par les voies de l'Exposition et le chemin de ceinture, quel que soit le poids des colis qu'ils contiennent.

Les commissaires étrangers auront à faire opérer le chargement de ces wagons et à le rectifier à leurs frais, s'il ne passait pas sous le gabarit établi par la Compagnie de l'Ouest.

Le chargement des wagons devra s'effectuer dans les vingt-quatre heures de la remise du matériel vide.

Les Compagnies participant au transport seront exemptes de toute responsabilité pouvant résulter des vices de ce chargement.

Les wagons seront remis sur les voies de l'Exposition, aux agents de la Compagnie de l'Ouest, qui en donneront décharge, après avoir vérifié, contradictoirement avec les agents des Commissions étrangères :

- 1° Le conditionnement extérieur des véhicules;
- 2° L'état des plombs, cachets, cadenas et autres fermetures autorisées par la douane.

Remise sera faite, en même temps, aux agents de la Compagnie, de pièces de douane devant accompagner les wagons.

XVIII. Les colis qui devront être transportés par l'embranchement du Champ de Mars et le chemin de ceinture seront chargés sur des wagons appartenant aux Compagnies de chemins de fer qui desservent les lieux de leur destination.

XIX. Les demandes de matériel vide seront adressées au représentant de la Compagnie de l'Ouest dans le Champ de Mars :

- 1° Pour les exposants français, par l'intermédiaire du service de la manutention;
- 2° Pour les exposants étrangers, par les commissaires de chaque section.

Ces demandes, sur formules fournies par la Compagnie de l'Ouest, indiqueront les objets à enlever, leur situation dans les palais ou annexes, leurs dimensions et leurs poids approximatifs, leur destination et les lignes qu'ils devront suivre. Les demandes, datées, seront accompagnées de la déclaration d'expédition faite conformément aux usages de la Compagnie de l'Ouest.

Il y aura autant de bulletins de demande que de wagons demandés.

Ces bulletins seront remis au représentant de la Compagnie de l'Ouest, avant midi, l'avant-veille du jour où le matériel devra être livré.

Ce délai s'applique uniquement aux wagons ordinaires et non pas aux wagons spéciaux destinés à des chargements exceptionnels.

XX. Les wagons seront conduits par la Compagnie de l'Ouest et repris par elle, après leur chargement, sur les voies spéciales de l'Exposition, au point le plus rapproché de l'emplacement occupé par les objets à transporter. Il ne sera fait d'exception à cette règle que pour les wagons dont les dimensions excèdent celles qui conviennent aux plaques tournantes du Champ de Mars ou pour le cas d'encombrement des voies intérieures.

XXI. Afin d'éviter l'encombrement, une fois les voies intérieures occupées, il ne pourra être introduit de wagons dans l'enceinte qu'en nombre égal à celui des wagons qui sortiront chargés.

Dans le cas où le nombre des wagons demandés surpasserait le nombre de ceux qu'il serait possible de faire entrer, la préférence serait donnée aux demandes faites par les expéditeurs dont les colis auraient la destination la plus éloignée.

Le Directeur général de l'exploitation aura le droit, en cas de contestation, comme aussi dans tous les cas où des circonstances spéciales pourraient motiver son intervention, de déterminer l'ordre dans lequel la remise du matériel vide devra s'effectuer.

§ 3. — DISPOSITIONS SPÉCIALES POUR LA CIRCULATION DES CAMIONS ET AUTRES VÉHICULES

XXII. Les camions opéreront leur entrée et leur sortie conformément aux prescriptions des consignés en vigueur avant le 6 mai.

XXIII. Les camions, à leur entrée dans l'enceinte de l'Exposition, seront dirigés par les routes empierrées sur les points où ils devront effectuer leur chargement.

XXIV. Sous aucun prétexte, les camionneurs ne devront abandonner leurs chevaux. Toute voiture trouvée sans conducteur, même à un lieu de chargement, sera immédiatement conduite en dehors de l'enceinte de l'Exposition.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 7 octobre 1889.

Chimie. — 1° *Faits pour servir à l'histoire du raffinose*, par M. BERTHELOT.

En étudiant le raffinose en 1887 et 1888, M. Berthelot a constaté les quelques faits suivants qu'il signale à l'Académie.

Le raffinose se présente sous des aspects différents suivant les conditions de sa cristallisation. Cristallisé dans l'alcool, il s'obtient d'ordinaire en petits cristaux durs, grenus, qui renferment 15,1 centièmes d'eau de cristallisation; c'est la forme ordinaire signalée par les chimistes qui se sont occupés de ce corps, et dans cas il répond à la formule $C^{36}H^{32}O^{32} + 5H^2O^2$ généralement adoptée aujourd'hui.

M. Berthelot a obtenu aussi un autre hydrate. En opérant en présence de l'alcool aqueux, le raffinose se sépare souvent sous la forme d'un sirop, qui se solidifie seulement au bout de plusieurs jours, en cristaux lamelleux d'un aspect tout différent. Ces cristaux, obtenus dans une série de cristallisations successives et de préparations distinctes, puis séchés rapidement avec du papier buvard, renferment 17,7 d'eau et répondent à la formule suivante : $C^{36}H^{32}O^{32} + 6H^2O^2$.

Le pouvoir rotatoire de la dissolution de cet hydrate a été trouvé le même que celui du raffinose ordinaire.

Peut-être existe-t-il un troisième hydrate $C^{36}H^{32}O^{32} + 4H^2O^2$ correspondant au produit séché à froid sur l'acide sulfurique ou bien cristallisé dans l'alcool extrêmement concentré. Mais il est à craindre, ajoute l'auteur, qu'il ne s'agisse du second hydrate, dissocié partiellement.

La fermentation alcoolique du raffinose s'effectue en totalité, sous l'influence d'une bonne levure de bière. Mais si l'on emploie une levure affaiblie, la fermentation est partielle et s'arrête après quarante-huit heures, au voisinage du tiers de son terme complet, sans aller plus loin même au bout de plusieurs semaines.

Ces résultats ont été constamment observés dans les nombreuses expériences qu'a faites M. Berthelot, semblant démontrer qu'il se produit un premier doublement du raffinose, ce dernier se séparant d'abord en glucose qui disparaît, tandis qu'il reste soit un second sucre de la famille des saccharoses, susceptible d'exercer un certain pouvoir réducteur, comme le lactose; soit encore un mélange de deux glucoses dont un seul réducteur.

2° *Nouvelles observations sur les déplacements réciproques entre l'oxygène et les éléments halogènes*, par M. BERTHELOT.

M. Berthelot a indiqué comment les déplacements réciproques entre l'oxygène d'une part, et d'autre part les éléments halogènes, chlore, brome, iode, combinés soit aux métaux, soit aux métalloïdes, soit à l'hydrogène, sont prévus par la théorie thermochimique et vérifiés exactement par l'expérience; l'auteur a étendu récemment ces relations au fluor. Il expose aujourd'hui l'interprétation de diverses réactions du même ordre, plus délicates et accomplies dès la température ordinaire.

On peut voir par les observations énumérées dans cette note, comment les énergies en quelque sorte latentes, et susceptibles, en principe, de produire des phénomènes exothermiques, mais qui ne les produisent pas en fait dans des circonstances données, peuvent être rendues manifestes par l'intervention de certains agents opérant seulement comme échelons intermédiaires et capables de développer des réactions indéfinies : c'est là, comme M. Berthelot l'avait montré en 1865, toute la théorie thermochimique des actions en présence.

3° *Synthèse de quelques composés sélénisés oxygénés, dans la série aromatique*. Note de M. C. CHABRIÉ, présentée par M. Friedel.

Dans une note précédente, M. Chabrié a décrit des composés sélénisés nouveaux ne contenant pas d'oxygène. Il indique aujourd'hui comment il a obtenu les premiers composés sélénisés aromatiques oxygénés.

Il a d'abord essayé d'oxyder directement le sélénure de phényle $Se(C^6H^5)^2$ par l'acide azotique, par le permanganate de potasse et par l'acide chromique. Avec l'acide azotique il a obtenu des produits nitrés; avec les deux autres, il n'a pas réussi à oxyder le sélénure de phényle pour obtenir des composés définis.

En le traitant par l'eau oxygénée, mêlée d'acide chlorhydrique, il a obtenu un corps contenant de

l'oxygène, mais cet élément était fixé sur le noyau phénylique et non uni au sélénium.

L'auteur a fait alors réagir la dichlorhydrine de l'acide sélénieux sur la benzine, en présence du chlorure d'aluminium. Suivant les proportions employées il obtenait la diphényl-sélénine ou son dérivé chloré. La première $SeO(C^6H^5)^2$ est un liquide jaune ambré, distillant à 230° sous une pression de 65 millimètres de mercure. Sa densité à 19°6 est $D = 1,48$.

Le produit chloré qui se forme en même temps a pour formule SeO, C^6H^5, C^6H^5Cl . C'est un corps solide, blanc, d'un éclat gras, fusible à 94°, cristallisé en lames prismatiques hexagonales. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans les alcools, attaqué à froid par l'acide nitrique. Il distille vers 230° sous une pression de quelques millimètres.

4° *Recherches sur le fucosol*. Note de M. MAQUENNE, présentée par M. Dehérain.

M. Maquenne présente à l'Académie ses recherches sur le fucosol, recherches qui l'ont conduit à conclure que le produit connu sous ce nom est un mélange de furfural et de méthylfurfural dans la proportion de dix parties environ du premier pour une partie du second.

Le nom de fucosol ne s'appliquant à aucun principe immédiat défini, devra donc être désormais abandonné.

La structure moléculaire du méthylfurfural reste encore à déterminer, ce que se propose de faire l'auteur par de nouvelles recherches dans cet ordre d'idées.

Mécanique. — *Complément à la théorie des déversoirs en mince paroi qui s'étendent à toute la largeur du lit d'un cours d'eau; calcul approché, pour les nappes déprimées ou noyées en dessous, de la non-pression exercée à leur face inférieure, d'après l'élévation imposée au niveau d'aval dans le canal de fuite*, par M. J. BOUSSINESQ.

Mathématiques. — 1° *Sur les invariants de certaines équations différentielles et sur leurs applications*. Mémoire de M. R. LIOUVILLE, présenté par M. Darboux.

2° *Sur les surfaces dont le ds^2 peut être ramené de plusieurs manières au type de Liouville*. Note de M. G. KOENIGS, présentée par M. Darboux.

Astronomie. — *Détermination de la différence de longitude, entre Paris et Madrid, opération internationale, exécutée par MM. Estaban et Bassot*. Note de M. BASSOT, présentée par M. Faye.

Cette détermination, qui a déjà été faite en 1863 par MM. Le Verrier et Aguilar d'une façon indirecte, c'est-à-dire en passant par deux opérations partielles (Paris-Biarritz et Biarritz-Madrid) a été reprise en 1886 par les deux grands services géographiques d'Espagne et de France, où elle a été exécutée d'une façon directe.

La station de Paris était au pavillon astronomique militaire, annexe du Bureau des Longitudes à Montsouris; celle de Madrid à l'Observatoire de cette ville.

Les deux instruments employés étaient des cercles méridiens portatifs de Brunner, absolument identiques comme forme et comme puissance optique. D'ailleurs les deux stations étaient installées d'une façon rigoureusement similaire.

Les observations ont été partagées en deux périodes, et les observateurs ont permuté de leur personne, dans l'intervalle, entre les deux stations, afin d'éliminer leur erreur personnelle.

Les comparaisons des pendules ont été réalisées par l'inscription chronographique de signaux télégraphiques, transmis directement d'une station à l'autre, sans interpositions de relais, malgré la distance énorme de près de 1500 kilomètres que les courants avaient à franchir.

La différence de longitude ainsi trouvée est de :

$24^{\circ} 6',00$ (erreur probable : $\pm 0'',01$.)

Le résultat trouvé par MM. Le Verrier et Aguilar était $24^{\circ} 6',08$.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel du Chauffeur-Mécanicien et du Propriétaire d'appareils à vapeur, par Henri MATHIEU, garde-mines, inspecteur des appareils à vapeur de la Seine. — 400 gravures dans le texte. Baudry et C^{ie}, éditeurs, 1889. — Prix : 16 francs.

Le *Manuel du Chauffeur-Mécanicien et du Propriétaire d'appareils à vapeur* est destiné à faire

connaître aux propriétaires d'appareils à vapeur et chauffeurs-mécaniciens les divers organes des chaudières et des machines à vapeur, les conditions les plus économiques et les plus sûres de leur fonctionnement.

Si l'on recherche la cause première des accidents depuis 1879 à 1884, on voit qu'un tiers dépend du défaut d'entretien et plus de la moitié résulte du mauvais emploi des appareils (manque d'eau, excès de pression, etc.), c'est-à-dire sont imputables aux personnes chargées de leur conduite.

Cette assertion se trouve confirmée si l'on consulte le tableau de la répartition des explosions, par nature d'établissements, et dans lequel on voit que les chemins de fer, qui emploient un personnel expérimenté, ont très rarement à déplorer des accidents de ce genre, tandis qu'il est loin d'en être ainsi pour celles des industries, comme les exploitations agricoles, par exemple, où l'on confie souvent la conduite des générateurs au premier venu.

En présence de ces faits regrettables, le *Syndicat général des Chauffeurs-Mécaniciens* s'est ému, et il s'est demandé si la négligence, et surtout si l'ignorance des ouvriers employés comme chauffeurs, sans quelquefois connaître un mot de leur métier, ne pouvait pas jeter le discrédit sur une corporation qui a droit à toute notre estime.

Persuadé que l'Instruction seule pouvait améliorer cet état de choses, le syndicat s'est adressé aux pouvoirs publics pour obtenir des professeurs, et ses ouvertures ont été accueillies favorablement par le Ministre des travaux publics, qui a autorisé M. Mathieu à se charger de l'une des sections de cours.

Ce sont les conférences faites, depuis plusieurs années, à cette section, qui sont résumées dans le *Manuel du Chauffeur-Mécanicien et du Propriétaire d'appareils à vapeur*, lequel a non seulement pour but d'assurer la sécurité publique, en formant des hommes aptes à la conduite des chaudières, mais aussi de sauvegarder l'intérêt des industriels, car personne n'ignore qu'avec un bon chauffeur une machine consomme moins, donne un meilleur rendement et se conserve mieux.

Cet ouvrage très complet et méthodique répond d'une façon satisfaisante au vaste programme que l'auteur s'est proposé de remplir.

Traité de manœuvre et de matelotage, par sir Georges S. NARÈS, amiral de la marine royale britannique, traduit de l'anglais et annoté par Edmond TIRET, capitaine de port, ancien lieutenant de vaisseau. — 325 figures et planches. — Publication du journal le *Yacht*, Paris, 1889. Prix : 12 fr. 50.

Le *Traité de manœuvre et de matelotage* de Narès, qui jouit en Angleterre d'une légitime réputation, a été traduit en français avec le plus grand soin et annoté par M. Ed. Tiret, ancien lieutenant de vaisseau. C'est le traité le plus complet de gréement et de manœuvre qui ait été publié jusqu'ici. Rédigé à un point de vue essentiellement pratique, et au courant de tous les perfectionnements modernes, il s'applique à tous les genres de navires et à toutes les espèces de gréements. Le grand nombre de figures, très soignées d'exécution, qui sont intercalées dans le texte, en rend la lecture claire et facile, et permet de se rendre compte à première vue de tous les appareils décrits.

Traité d'optique, par M. E. MASCART, membre de l'Institut, professeur au Collège de France, directeur du Bureau central météorologique. Tome I^{er}. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1889.

Le remarquable ouvrage de M. Mascart intitulé *Traité d'optique* comprendra deux volumes. Il s'adresse aux élèves des Facultés et Ecoles d'enseignement supérieur et résume les travaux fondamentaux de Fresnel, de Thomas Young, ainsi que les leçons d'optique professées par Verdet à l'Ecole normale supérieure. La théorie des ondulations, complétée par le principe des interférences, celle des vibrations, de la diffraction, de la réflexion, de la réfraction et de la polarisation, y sont présentées avec la netteté qui caractérise les travaux de l'auteur. On s'y reportera avec un grand intérêt scientifique en ce moment où les progrès réalisés dans l'analyse des phénomènes électriques attirent plus que jamais l'attention sur les principes primordiaux de la physique mathématique et sur leur extension probable.

Pour tous les articles non signés :
Le Gérant : MAX DE NANSOUTT,
Ingénieur des Arts et manufactures.

IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Emile Muller, p. 61 ; LE GÉNIE CIVIL. — *Mécanique*. Magasins et élévateurs à grains de Liverpool et de Birkenhead, p. 62 ; G.-A. RENEL. — *Chemins de fer*. Le matériel roulant des chemins de fer français, p. 66 ; DANIEL BELLET. — *Variétés*. Revue des organes techniques anglais, p. 68 ; FLOREN. — *Correspondance*. L'Exposition de 1892 aux Etats-Unis, p. 70 ; AUGUSTE J. ROSSI. — *Informations*. Projet de tour colossale pour l'Exposition de 1892, aux Etats-Unis, p. 71. — La mise en adjudication du monopole des allumettes, p. 72. — Concours de meunerie à Santiago (Chili), p. 72. — Le plus grand voilier du monde, p. 72.

Exposition universelle de 1889. — Les industries maritimes du Creusot (*planches V, VI, VII, VIII, IX et X*), p. 73 ; E. WEYL. — L'Exposition de l'Italie,

Planches V, VI, VII, VIII, IX et X : Machines construites par le Creusot pour les navires *Labrador, Mogador, Lave, Décidée, Minerve et Antilope*.

p. 78. — L'Exposition des Républiques de l'Amérique Centrale (*suite*), p. 79 ; R. GENTILINI. — L'exposition des chemins de fer. Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62 (*suite*), p. 82 ; M. COSSMANN. — L'aéronautique à l'Exposition universelle de 1889, p. 83 ; GASTON TISSANDIER. — Le matériel de la navigation et du sauvetage à l'Exposition de 1889 (classe 65, groupe VI), p. 84 ; L. MULLER. — Congrès et conférences de l'Exposition. Iron and steel Institute, p. 85. — Congrès monétaire international, p. 87. — Chronique de l'Exposition, p. 87.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des sciences, séance du 30 octobre 1889, p. 88 ; G. PETIT.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 88.

ÉMILE MULLER

M. Émile Muller est décédé à Nice le 11 novembre 1889.

Sous l'impression douloureuse de ce malheur imprévu, nous ne tenterons pas aujourd'hui de retracer les phases d'une carrière si bien remplie ; mais notre Revue tient à enregistrer immédiatement les profonds regrets de son Conseil d'administration, de son Comité supérieur de Rédaction et de tout le personnel groupé autour du Journal le *Génie Civil*, dont Émile Muller fut le Président dévoué depuis la première heure de sa fondation.

Notre œuvre lui était chère entre toutes ; il ne lui ménageait ni son temps toujours compté, ni ses préoccupations constantes au milieu de labeurs incessants, auxquels l'existence d'un travailleur aussi intrépide semblait ne pouvoir suffire.

Avec l'illustre et regretté J.-B. Dumas, il avait pris un intérêt tout spécial à cette création, et la pensée de son avenir les a accompagnés l'un et l'autre jusqu'à leurs derniers instants ; cette pensée restera pour notre Revue comme un touchant et glorieux héritage.

Émile Muller avait su grouper autour de lui des hommes indépendants et pleins d'ardeur, s'appuyant sur un Comité supérieur de Rédaction rempli de science et de dévouement. Jamais les uns et les autres n'ont faibli devant la tâche patriotique formulée par les Fondateurs du *Génie Civil*.

Émile Muller est mort au champ d'honneur du travail. Dès qu'il fut question de l'Exposition universelle de 1889, il fut un des premiers croyants au succès de cette entreprise, trop discutée à l'origine. A la tête de son Comité de rédaction, comme le chef d'une petite armée, il prêcha aux Ingénieurs, aux Industriels, aux Ministres, la confiance et l'espoir. Aucune démarche ne le lassait ; l'écho d'aucune crainte ne l'influait.

Comme industriel, il réalisait des prodiges, pour orner les dômes des Palais du Champ de Mars.

En étudiant de près tant d'efforts et de résultats, soit au *Génie Civil*, soit au Champ de Mars, on trouvera partout l'ardeur patriotique dans la conception et l'exécution.

Émile Muller avait conquis, en 1878, le grade d'officier de la Légion d'honneur. Il disparaît au moment où il était permis d'espérer pour lui une récompense plus élevée.

Lorsqu'on le vit, il y a quelques semaines à peine, quitter sa chaire de Professeur à l'École Centrale, lorsqu'il s'excusa de ne pouvoir assister aux réunions de la Rédaction du *Génie Civil*, une émotion pénible s'empara de tous ceux qui le connaissaient ; ils savaient qu'un tel esprit ne pouvait interrompre son activité sans une atteinte profonde, mais ils ne pouvaient supposer que la fin fût imminente.

En mourant, Émile Muller aura eu la consolation de penser que son œuvre de prédilection, le *Génie Civil*, lui survivra, comme un monument fondé sur des bases indestructibles.

LE GÉNIE CIVIL

MÉCANIQUE

MAGASINS ET ÉLÉVATEURS A GRAINS de Liverpool et de Birkenhead.

Les ports de Liverpool et de Birkenhead, qui constituent les principaux centres d'importation des céréales américaines dans la Grande-Bretagne, sont pourvus de moyens très complets de déchargement et d'emménagement des grains, dont les premiers ont été imités des installations de même nature établies aux Etats-Unis dans tous les grands centres d'exportation.

Les projets ont été dressés et mis à exécution sous la haute direction de M. G. F. Lyster, Ingénieur des docks de la Mersey, et la machinerie hydraulique a été fournie par la maison Armstrong. Nous allons donner, sur ces établissements, quelques renseignements empruntés au rapport général de M. Lyster et à un mémoire présenté à l'*Institution of Mechanical Engineers*, par M. Westmacott, l'un des associés de la maison Armstrong.

Les magasins de Liverpool sont situés sur les quais du Waterloo

ont une hauteur commune sous plancher de 2^m 80, et le premier est établi à 4^m 60 au dessus du niveau du quai.

La construction est tout entière en fer et briques; les planchers reposent sur des voûtains en briques appuyées sur les ailes des poutres; les vides sont comblés avec du béton et les surfaces sont en ciment durci. Chacun des corps de bâtiments de l'est et de l'ouest est desservi par quatre escaliers; celui du nord n'en possède que deux. Sur les paliers de chaque étage sont disposées des prises d'eau alimentées par une distribution indépendante de celle de la machinerie hydraulique.

La surface totale des planchers est de 40 000 mètres carrés, qui, à raison de 1 100 kilogrammes par mètre carré, peuvent emmagasiner 550 000 hectolitres de grain environ.

Comme ceux de Liverpool, les magasins de Birkenhead comprennent trois corps de bâtiments (fig. 3 et 4). Ils couvrent une surface totale de 9 076 mètres carrés et sont répartis, l'un sur la rive sud du canal de service, avec une longueur de 221 mètres et une profondeur de 21 mètres, les deux autres sur la rive nord du même canal, avec des longueurs de 100 mètres et une profondeur de 21 mètres. La division des étages est la même dans les deux installations, mais leur

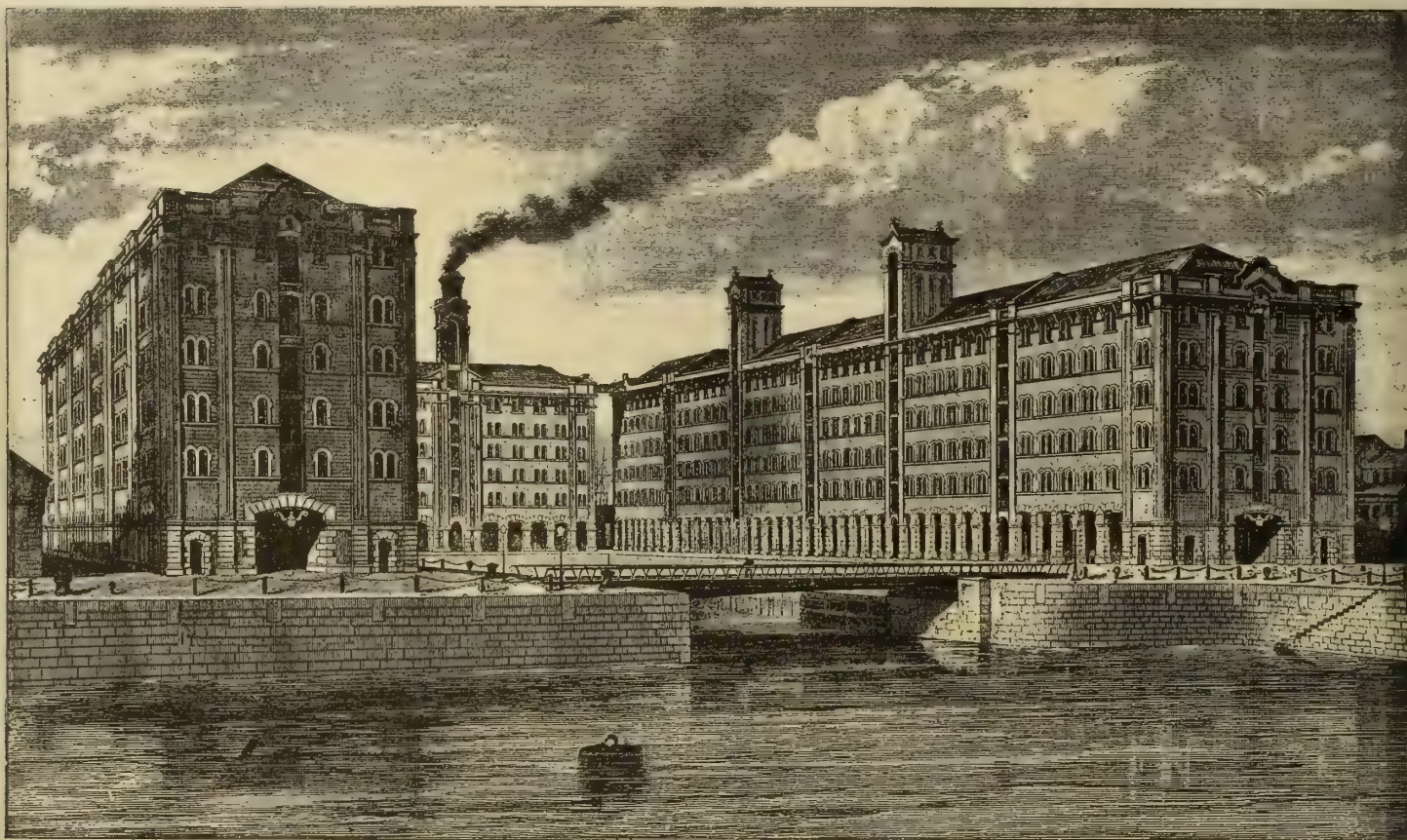


FIG. 1. — Magasins à grains de Liverpool, sur les quais du Waterloo Dock.

Dock, et consistent en trois corps de bâtiments (fig. 1, 2 et 4) occupant une surface totale de près de 10 000 mètres carrés. Ceux de l'est et de l'ouest ont 195 mètres de longueur, et celui du nord 56 mètres, avec une profondeur uniforme de 21 mètres. Leur hauteur com-

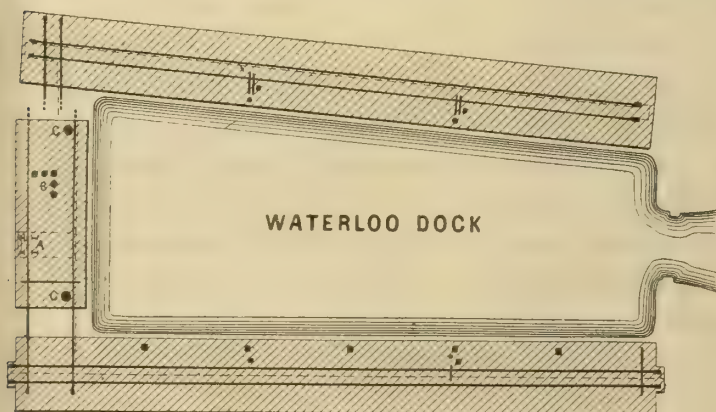


FIG. 2. — Plan général des magasins de Liverpool.

mune du sol du quai à la corniche est de 25^m 20; ils comprennent 6 étages, dont le plus élevé est uniquement consacré à l'emplacement des machines, et se trouve en partie recouvert par le toit. Les autres

hauteur, dans celle de Birkenhead, atteint 3 mètres sous plancher, et le premier étage est à 4^m 80 au-dessus du sol du quai. Ceux-ci présentent une longueur totale de 500 mètres.

La surface des planchers permet d'emmagasiner 500 000 hectolitres de grain environ.

La charpente des bâtiments est en bois; les poutres sont en yellow pine et ont 0^m 45 × 0^m 42; les solives, également en yellow pine, ont 0^m 225 × 0^m 075, et le plancher est constitué par des planches de 0^m 0325 en sapin rouge de la Baltique. On ne comprend pas pourquoi l'emploi du fer n'a pas été maintenu dans ces deux installations, établies par le même Ingénieur et à la même époque, surtout si l'on songe que les bâtiments de Birkenhead se présentent en groupes aussi importants.

Machinerie. — La machinerie doit satisfaire aux desiderata suivants: décharger le grain en vrac apporté par les navires ou les allèges, et l'amener soit sur le quai, soit dans les magasins; monter sur le quai le grain en sac; décharger les marchandises ordinaires sur le quai ou sur l'un quelconque des planchers des magasins, et les reprendre pour charger les navires; remonter et charger les sacs, ballots et autres sur des plates-formes ou des élévateurs, et les amener à tous les étages ou les y reprendre; élever, cribler, ventiler, peser le grain en vrac et le transporter sur tous les points, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur, pour l'emmagasiner ou le réexpédier par navires ou par voies ferrées; enfin transporter le grain d'une partie des magasins dans une autre pour le conditionner suivant les exigences des acheteurs, ou le remettre en bon état quand il est humide ou échauffé.

APPAREILS A AUBES DE 450 CHEVAUX

Construits au Creusot en 1840.

Frégate **Labrador** (Marine française)

Fig.1 Elévation

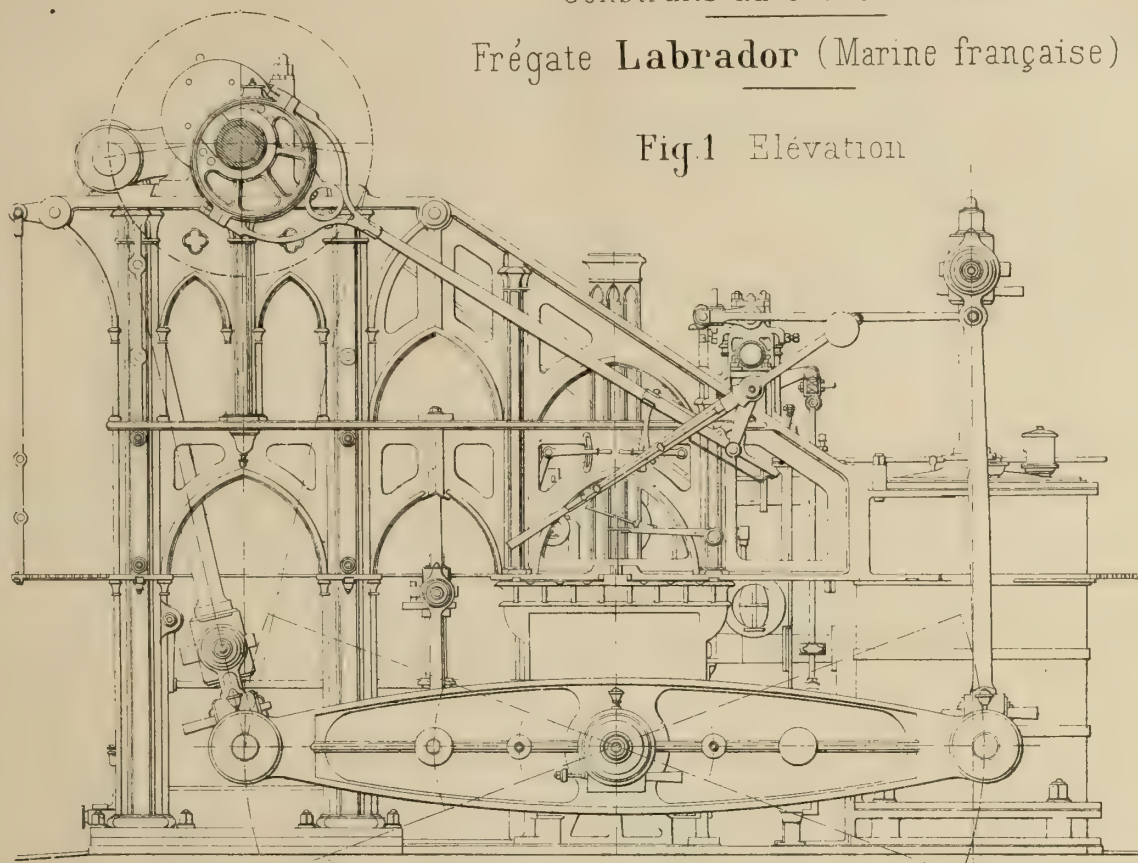
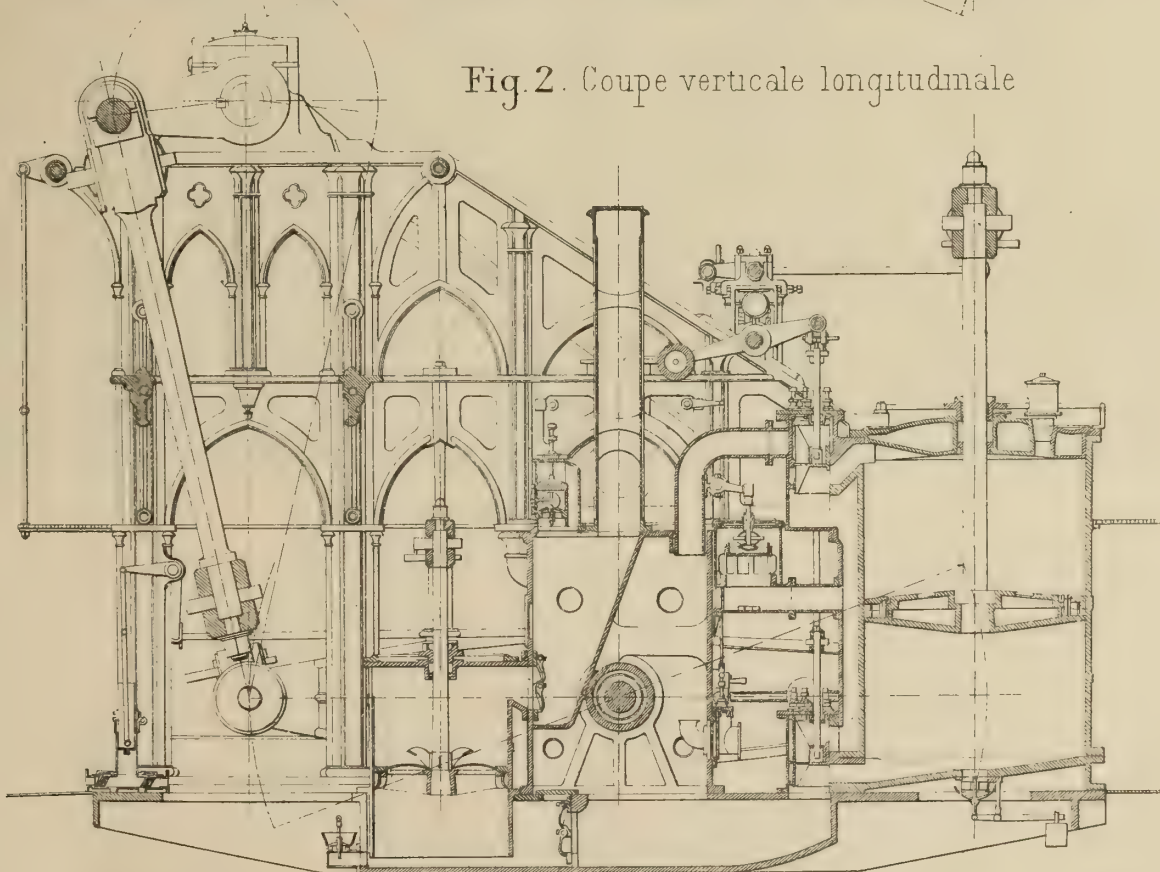


Fig.2. Coupe verticale longitudinale



MACHINES

2 Machines verticales à balancier

Force nominale	450 ^{ch}	Course des pistons de pompes à air 1 ^m 160	
Diamètre des cylindres à vapeur ..	1 ^m 930	Orifice d'admission	115 ^{mm}
Diamètre des pompes à air	1 ^m 150	Orifice d'émission	160 ^{mm}
Course des pistons à vapeur	2 ^m 300	Nombre de tours par minute	15 ^{tours}

ROUES

Diamètre extérieur	9 ^m 000
Longueur des Pales	3. 000
Largeur des Pales	0. 700
Nombre de Pales	24 pales

POIDS

Machines	400. 000 K
Chaudières	125. 000
Eau	50. 000

CHAUDIÈRES

Chaudières à Carneau — Basse pression... 16 foyers.

Pour répondre à ce programme très varié, on a employé comme agent moteur l'eau sous pression, qui se prête aisément au transport à grandes distances ainsi qu'à la division du travail, et permet de concentrer les appareils de production de force sur un seul point, de manière à réduire les risques d'incendie.

Le bâtiment des machines, dans les Magasins de Liverpool, est placé au centre du corps de bâtiments du nord, et contient deux machines horizontales, fournissant ensemble une force de 370 chevaux. Les pompes qu'elles actionnent sont attelées directement sur la tige du piston moteur ; elles sont à double effet et refoulent sous deux accumulateurs établis à chaque bout du bâtiment. La pression adoptée est de 50 kilogr. par centimètre carré et le volume maximum refoulé peut atteindre 6 mètres cubes par minute. Chaque accumulateur porte une charge de 100 tonnes ; le piston a 0^m 50 de diamètre et une course de 6^m 90. Les conduites principales sont en fonte avec des diamètres variant de 0^m 15 à 0^m 075, et sont reliées aux appareils par des branchements en fer forgé. Des conduites de retour permettent d'économiser l'eau.

La machinerie destinée au déchargement des navires et au montage du grain dans les greniers, se trouve contenue dans des tours établies de distance en distance sur la façade du quai, et consiste en une com-

Si, au lieu de transporter le grain dans les greniers plus éloignés, on désire l'emmagasiner sur le plancher le plus voisin, on le fait passer directement de la trémie T dans un ventilateur centrifuge N (fig. 4 et 5). Ce dernier, établi à 4 mètres au-dessus du plancher, est constitué par des palettes droites, de longueurs alternées, de manière à décharger dans tous les sens. Le grain est amené à la partie supérieure du ventilateur par un couloir pourvu d'une coulisse à charnière, à laquelle on donne la direction qu'on veut. A la vitesse normale de 250 tours par minute, le ventilateur lance le grain suivant un cercle de 13^m 50 de diamètre.

Avant de s'arrêter à l'emploi des courroies porteuses pour effectuer le transport horizontal des grains, on a fait de nombreux essais sur d'autres systèmes, et notamment sur les vis employées soit comme moteur dans une gaine fixe, soit à l'état fixe, dans une gaine mobile.

La première vis motrice expérimentée avait 0^m 30 de diamètre et un pas de 0^m 10 ; elle était construite par longueurs de 3^m 60 de palier en palier, et l'intervalle entre les spires et l'enveloppe était de 0^m 006. A la vitesse de 60 tours par minute, qui a donné les meilleurs résultats, cette vis transportait le grain à raison de 6 tonnes $\frac{3}{4}$ à l'heure, et dépensait une force de 0,12 cheval-vapeur par mètre courant. En coupant par un plan perpendiculaire à l'axe le grain en mouvement,



FIG. 3. — Magasins à grains de Birkenhead, sur les quais du Waterloo Dock.

binaison de grues hydrauliques, de courroies élévatoires et de bennes. Les grues O (fig. 4) sont installées pour élever le grain dans des bennes contenant 1 070 kilogr. de grain en vrac, à la production maximum de 50 tonnes à l'heure dans les conditions les plus favorables, et pour déposer sur le quai les sacs, ballots, etc.

La course maximum de la chaîne est de 39 mètres ; la volée se projette à 7^m 20 en dehors de l'arête du quai, et l'appareil peut prendre un mouvement transversal, par rapport à cette direction, de 2^m 25 d'amplitude, lorsqu'on opère sur les plus gros navires. Le fonctionnement de la grue est dirigé par un mécanisme placé sur une plateforme de la tour. La benne se vide par le fond à l'aide d'un papillon, et n'a pas besoin d'être renversée ; le papillon est commandé par un levier qui se manœuvre de la plate-forme du mécanicien. Le déversement s'opère dans la trémie supérieure P (fig. 4), en 5 secondes pour les blés bien secs, en 7 secondes pour l'orge, et en 9 à 10 secondes pour les blés de l'Inde. A la sortie de la trémie P, qui a une capacité de 8 tonnes, le grain se divise en deux courants, à l'aide de couloirs pourvus de régulateurs. Il passe alors sur deux courroies inclinées Q de 0^m 43 de largeur (fig. 4 et 5), qui l'amènent à une trémie S à pesage automatique. De là, une disposition très simple de trappes l'envoie sur les deux faces d'une trémie de distribution T, dont le fond à double inclinaison le dirige sur les courroies de distribution II (fig. 6) qui règnent sur toute la longueur des magasins. Un ouvrier placé à côté des bascules règle la quantité de grain qui passe dans les trémies ci-dessus indiquées, et l'enregistre.

la surface obtenue s'élevait aux $\frac{49}{100}$ de celle de la vis. Au delà de 60 tours, le grain ne faisait que tourner autour de l'axe sans subir de transport.

Une autre vis, de 0^m 30 de diamètre, comme la précédente, mais avec un pas de 0^m 30, fut ensuite essayée : à la vitesse de 70 tours par minute, reconnue la meilleure, elle transporta 34 tonnes de grain à l'heure avec une dépense de force motrice de 0,375 cheval-vapeur par mètre courant, ce qui donnait une économie de 37 % sur la vis précédente pour le même volume transporté. L'aire de la section du grain en mouvement était égale à 72 % de celle de la vis. De plus, le grain, au lieu d'être simplement transporté sans agitation, comme avec les vis précédentes, se trouvait remué pendant le transport, et arrivait à l'extrémité, poli et nettoyé, c'est-à-dire en condition plus marchande.

On a ensuite expérimenté des appareils de transport à vis intérieure fixe placée dans un tambour tournant. Un premier essai porta sur une vis de 1^m 80 de longueur, de 0^m 15 de diamètre, à pas de 0^m 05 et largeur d'hélice de 0^m 0625 ; le tambour était perforé sur une partie de sa surface, afin de le faire agir comme un crible. Les résultats obtenus conduisirent à établir une seconde vis de 0^m 75 disposée pour un transport de 50 000 kilogr. de grain à l'heure. Cette vis avait 5^m 40 de longueur et un pas de 0^m 40 correspondant aux $\frac{2}{5}$ du diamètre. L'axe reposait sur des galets portés par des bâtis en fonte. Enfin on expérimenta également une vis de 0^m 40 de diamètre avec pas de 0^m 40, pour se rendre compte des résultats dus à l'accroissement du pas par rapport au diamètre. On a obtenu les résultats suivants :

1° Avec la vis de 0^m 15 de diamètre :

A 60 tours (du tambour) par minute, transport de 13 litres 35 par minute.			
A 80	—	17	—
A 100	—	14.2	—
A 140	—	néant	—

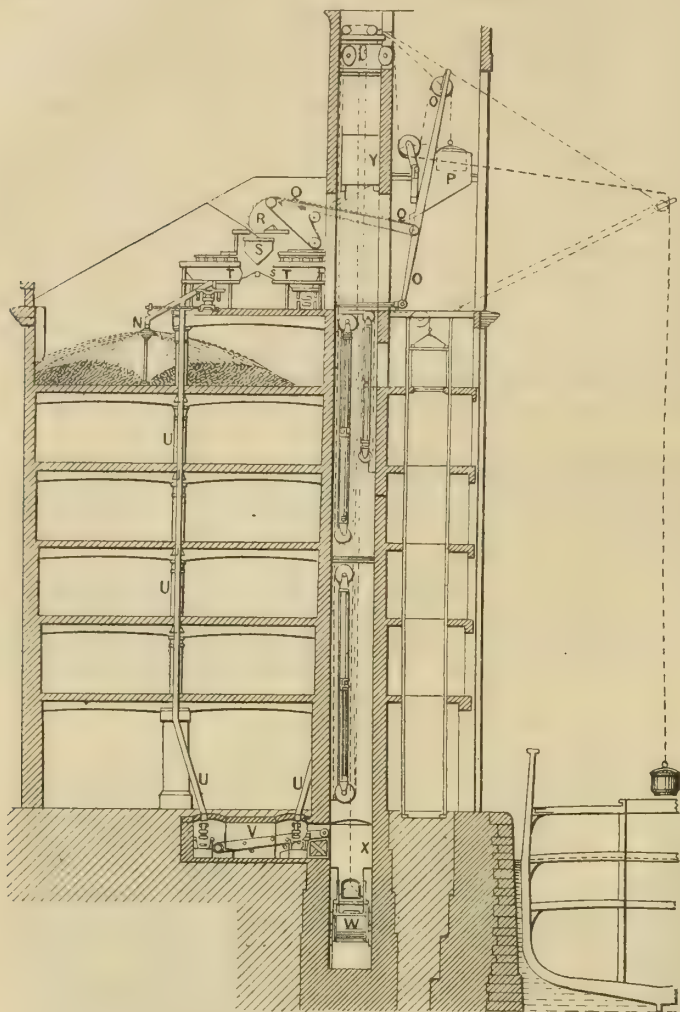


FIG. 4. — Coupe transversale d'un magasin à grains.

2° Avec la vis de 0^m 75 de diamètre :

La vitesse de 36 tours par minute donnait le transport maximum,

gnait 1,20 cheval-vapeur par mètre courant de vis, et l'aire du grain en mouvement s'élevait à 36 % de celle de la section du tambour;

3° La vis de 0^m 40 n'a donné, avec une vitesse de 36 tours pour le tambour, que 10 tonnes à l'heure, avec une aire de 17 % seulement.

Le rapport de $\frac{2}{5}$ entre le pas et le diamètre des vis est donc le plus favorable de ceux qui ont été essayés.

Le grain transporté dans ces conditions présentait un meilleur aspect qu'avec les vis mobiles: il était bien frotté et poli, tandis qu'avec celles-ci, les spires tendaient à l'écraser et à faire de la poussière. Mais la dépense de force motrice était trop grande pour qu'on pût adopter ce système de transport, et on résolut d'essayer des courroies porteuses.

On reconnut que la vitesse de 2^m 40 par seconde était la plus forte qui pût convenir aux avoines et aux grains légers; elle convient aussi à la farine, et celle de 2^m 70 au froment, et on peut aller au delà pour les haricots. Une courroie de 0^m 40 de large peut transporter 35 tonnes par heure, à la vitesse de 2^m 40. On s'est finalement arrêté à l'emploi de courroies de 0^m 60, formées de deux plis de toile à voile recouverts de caoutchouc vulcanisé.

Cette courroie sans fin régnait sur une longueur totale de 11^m 10; elle reposait sur des galets en bois distants de 1^m 80 (fig. 5) et actionnés par la transmission. Elle était tendue par une poulie M (fig. 6), glissant entre des guides verticaux. La quantité maximum de grain lourde transportée à l'heure, par une courroie de 0^m 60, a atteint 70 tonnes (on ne marche pas dans la pratique à plus de 50 tonnes); la dépense de force motrice était de 0, 042 de cheval-vapeur par mètre courant.

Il résulte de ces expériences que pour transporter à l'heure 50 tonnes ou 650 hectolitres à 30 mètres, on dépenserait:

Avec une vis ordinaire	18 ch. v.	38
Avec une vis fixe à tambour tournant.	25	00
Avec une courroie porteuse de 0 ^m 60 .	1	12

Le grain est fourni par la trémie de déchargement à ces courroies, et passe, avant d'y arriver, dans un couloir incliné sur l'horizon de 42° 5', de manière à communiquer au courant de grain une vitesse de translation horizontale à peu près égale à celle des courroies au moment où elles le reçoivent; en cet endroit, on relève les bords des courroies au moyen de galets coniques, pour leur donner un profil transversal analogue à celui d'une pelle.

Les lignes de transporteurs principaux sur le plancher supérieur sont au nombre de deux et peuvent prendre un mouvement dans l'un ou l'autre sens, suivant les besoins. Il peut arriver, en effet, qu'un navire ancré près du bâtiment de l'ouest doive emmagasiner sa cargaison à l'une ou l'autre des extrémités de ce bâtiment, ou en un point quelconque des deux autres. Il arrive ainsi fréquemment que l'on produise deux courants de grain en sens contraire, ou qu'un même courant fasse le tour des bâtiments. Les transporteurs dans les

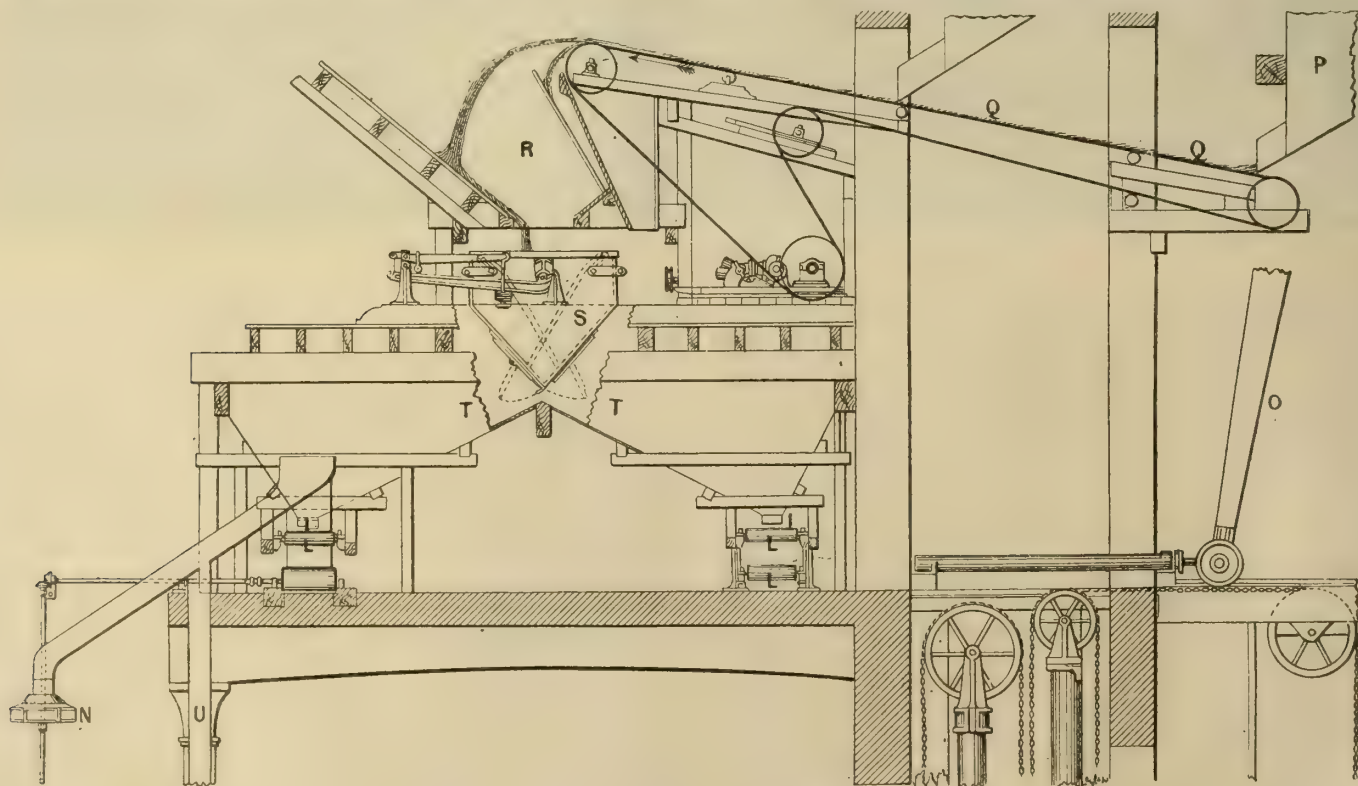


FIG. 5. — Étage supérieur des machines.

qui s'élevait à 18 hectolitres par minute, soit près de 1 400 hectolitres à l'heure, correspondant à un poids d'environ 80 tonnes, bien supérieur à celui de 50 tonnes qu'on espérait. La force dépensée attei-

magasins de l'est et de l'ouest sont indépendants, et ceux qui relient ces bâtiments, en traversant celui du nord, sont d'une seule pièce. Chaque transporteur est muni d'un appareil de tension M

(fig. 6), et commandé par une machine hydraulique indépendante N de 3 chevaux environ. Elle comporte deux cylindres, ainsi qu'un mouvement de changement de marche et de réglage, qui peut être actionné de tous les points où passe le transporteur.

Ces lignes principales permettent d'amener le grain sur tout le périmètre du plancher supérieur. Pour le répartir, soit sur les divers points de ce plancher, soit aux différents étages, il est nécessaire de dériver le courant. On a essayé à cet effet divers systèmes tels que des appareils à vent, des brosses, etc., mais qui ont dû être aban-

courroies transversales. L'arbre de ce tambour porte un manchon d'embrayage T et commande par des engrenages d'angle S la poulie de support. Le même mode de commande est d'ailleurs appliqué aux ventilateurs centrifuges N, qui déversent le grain sur les planchers supérieurs des greniers (fig. 4 et 5).

Les couloirs UU, reliant l'étage supérieur aux étages inférieurs sont au nombre de 56 dans les magasins de Liverpool. Ils sont de section carrée de 0^m 215 de côté, et se continuent jusqu'au sous-sol inférieur au niveau du quai, où sont disposés des transporteurs à

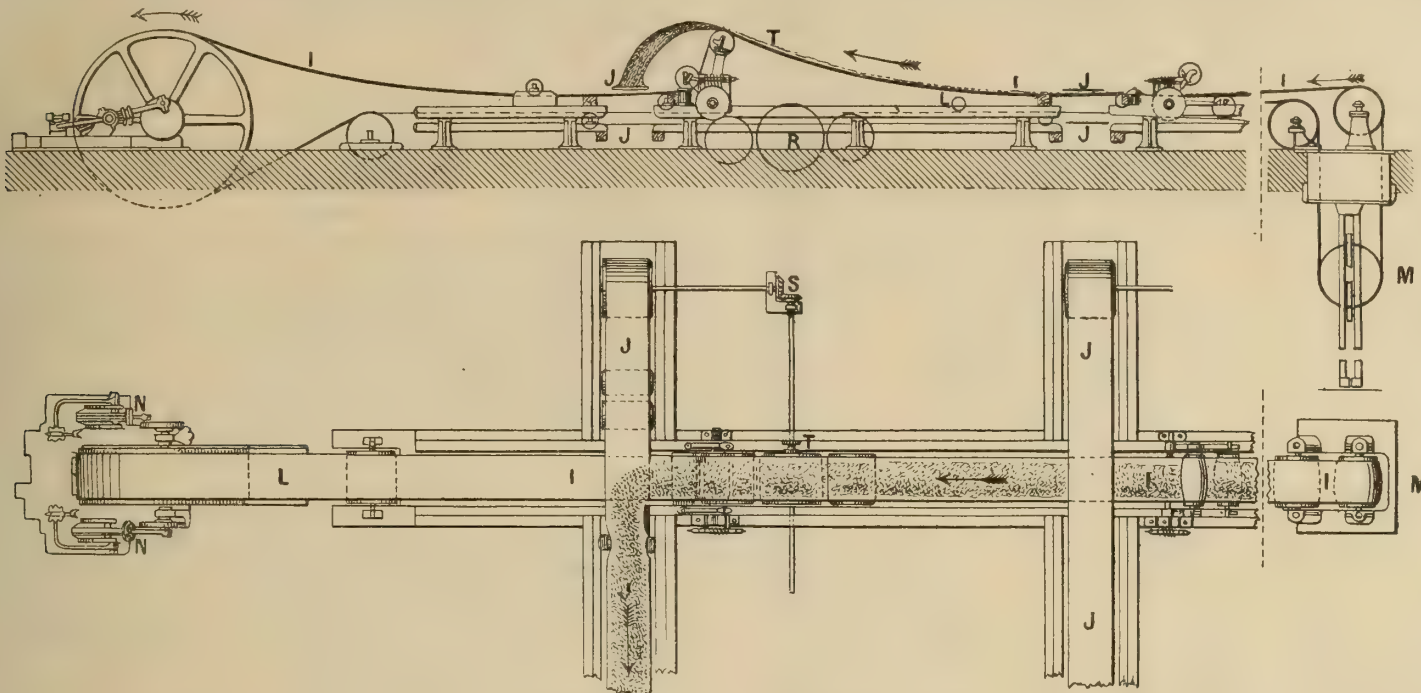


FIG. 6. — Élévation et plan d'une courroie porteuse et de sa transmission.

donnés, les uns parce qu'ils produisaient trop de poussière, les autres parce que les brosses finissaient à la longue par occasionner trop d'usure sur le transporteur.

Actuellement on emploie pour les deux opérations un appareil qui relève la courroie à une certaine hauteur, de manière à la faire abandonner par le grain : celui-ci tombe dans des couloirs recourbés K (fig. 7), qui l'amènent soit sur des transporteurs transversaux J (fig. 6), soit dans des couloirs (fig. 7), communiquant avec les étages.

L'appareil consiste en un chariot D (fig. 7), mobile sur les madriers E qui supportent le transporteur principal II. Ce chariot

courroie V V (fig. 4), de 0^m 30 de largeur. Les couloirs sont pourvus de portes glissantes à la hauteur de chaque plancher, pour permettre de charger à la pelle les wagons qui circulent sur les voies ferrées établies dans l'axe des bâtiments, ou sur les transporteurs de 0^m 30 placés dans les sous-sols et aboutissant aux élévateurs. Les murs de façade des magasins comprennent également d'autres couloirs qui permettent d'envoyer le grain des planchers des divers étages jusque dans la cale des navires stationnés bord à quai.

Les transporteurs des sous-sols sont disposés comme ceux de l'étage supérieur, mais sur une plus petite échelle, et servent à prendre le

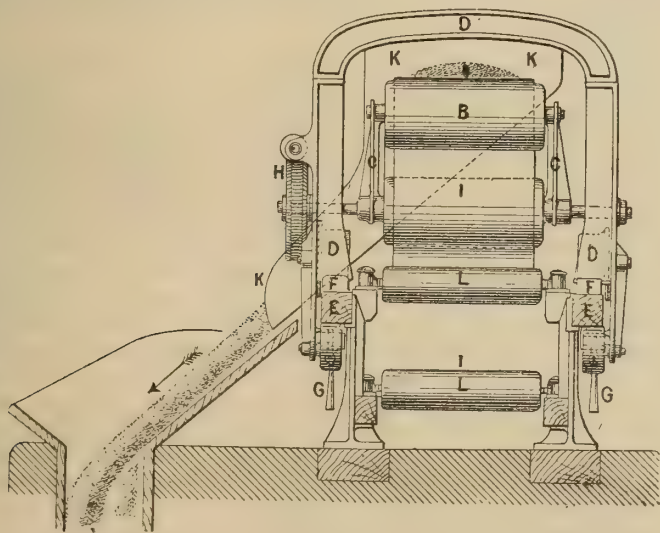
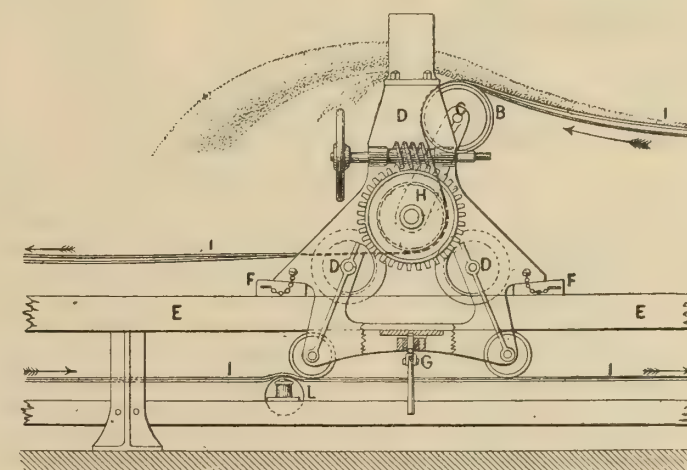


FIG. 7. — Vue en bout et élévation latérale de l'appareil pour dériver le courant du grain.

porte un couple de cylindres BB, tournant dans des paliers en bronze et fixés sur un bâti C dont on peut régler l'inclinaison à l'aide d'une commande par vis et roue hélicoïdale H. Le chariot D peut être amené en tous les points du transporteur, et se fixe au point convenable à l'aide de cales F F et d'une vis de pression G. Le grain quitte le transporteur en suivant la même direction et tombe dans un couloir recourbé K. La figure 7 le montre déchargeant dans les couloirs qui conduisent aux étages inférieurs; pour les transports au même étage, exigeant des changements de direction à angle droit, on emploie des courroies porteuses disposées transversalement (fig. 6), et conduites par le brin de retour du transporteur principal, qui passe à cet effet autour d'un tambour R à l'emplacement de chacune des



grain au débouché des couloirs pour le conduire au droit des cinq élévateurs W (fig. 4), établis dans les tours qui contiennent les grues. Le grain passe des transporteurs principaux sur d'autres de 0^m 45, établis transversalement, et qui le déversent dans une trémie X, où s'alimente l'élévateur W. La benne en fer forgé W (fig. 8), qui sert à monter le grain, contient 12 hectolitres ; elle est reliée à la chaîne de levage par un système de barres et de leviers, et pourvue de gallets de guidage roulant entre des montants verticaux. L'ensemble présente une disposition telle que la benne se déverse en arrivant à la partie supérieure et décharge son contenu dans la trémie Y. Celle-ci se déverse sur les courroies porteuses Q (fig. 4), qui amènent leur chargement à la trémie extérieure P.

La trémie inférieure X qui alimente l'élévateur est en deux parties, dont la plus élevée est protégée par un grillage et reçoit le blé en vrac, tandis que la seconde Z ne contient qu'une charge à la fois pour la benne W, et est séparée de la précédente par un tiroir à coulisse. Dans sa descente, la benne attaque le levier A, qui ferme le tiroir intermédiaire (fig. 8), puis le levier B, qui dégage la cloison en tôle C, formant la fermeture antérieure du compartiment Z. Cette cloison tombe sous le poids du grain et agit comme un couloir pour charger la benne. Aussitôt qu'elle est pleine, on imprime à la chaîne un mouvement de montée, dans lequel le galet de la benne commence par fermer la cloison C, puis attire le levier A et rouvre ainsi

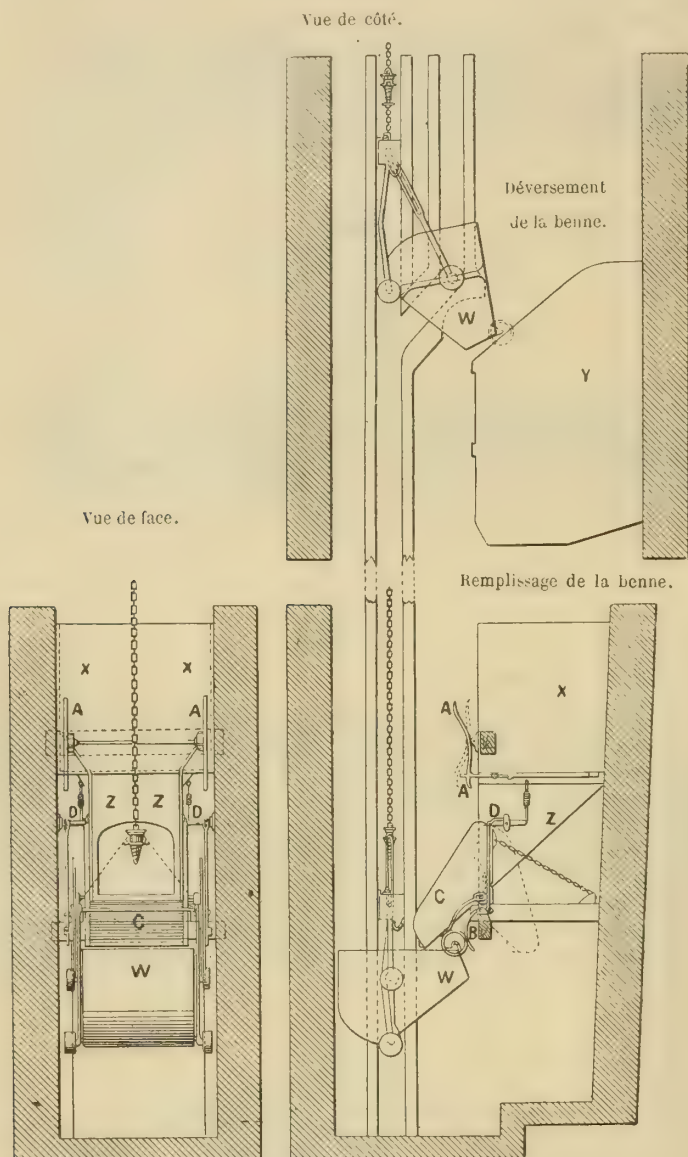


Fig. 8. — Appareils pour le montage du grain dans les greniers.

la communication entre les deux compartiments X et Z. On accélère alors la vitesse jusqu'à ce que la benne arrive tout près de la trémie supérieure Y (fig. 8), où on la diminue pour permettre le déversement, qui s'effectue également d'une manière automatique. Ces benues sont disposées pour monter 50 tonnes de grain à l'heure, mais elles peuvent donner beaucoup plus en les manœuvrant à une vitesse plus forte. Dans les premiers temps, on employait à élever la benne la chaîne de la grue O (fig. 4), qui servait alternativement, suivant les besoins, pour la grue ou l'élévateur. Mais l'importance du trafic a bientôt rendu nécessaire l'indépendance des divers engins, et les élévateurs sont desservis par des cylindres hydrauliques distincts.

Il nous reste maintenant à parler des 46 silos qui constituent une annexe spéciale des magasins de Birkenhead, et sont destinés au traitement des grains qui arrivent en mauvais état, soit par échauffement, soit par toute autre cause. Ces silos sont constitués par des caisses en tôle perforée de 12 mètres de hauteur, supportées par un plancher supérieur et séparées les unes des autres par un intervalle de 0^m 10, qui règne tout autour de chacune d'elles. Elles sont renforcées dans le sens longitudinal par des montants en cornières et dans le sens transversal par des entretoises.

Au centre de chaque caisse est disposé un tuyau vertical, également en tôle perforée, de 0^m 40 de diamètre, par lequel on envoie un fort courant d'air venant d'une soufflerie actionnée par une machine hydraulique. L'air ainsi refoulé passe par les trous du tuyau, traverse toute

la masse du grain avarié et s'échappe dans l'intervalle libre entre les silos.

Les cargaisons avariées sont élevées comme les autres et passent sur les transporteurs des sous-sols, puis sont relevées par les élévateurs sur un système de transporteurs qui les déchargent dans une trémie générale établie sur le plancher supérieur des silos. Cette trémie alimente trois couloirs qui remplissent autant de silos à la fois. Les 46 silos sont répartis dans deux bâtiments par groupes de 23. Cette installation, qui complète celle de Birkenhead, rend de grands services, car une partie plus ou moins grande des cargaisons arrivant en Angleterre doit être soumise à un traitement spécial pour remettre le grain en bonne condition.

G.-A. RENEL,
Ingénieur civil.

CHEMINS DE FER

LE MATÉRIEL ROULANT DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS

Il est intéressant, au moment où les grands travaux de chemins de fer et autres sont ou terminés ou arrêtés, et où, par conséquent, on se trouve dans une période de stationnement, de constater à quels résultats on est arrivé dans l'exploitation des voies ferrées et dans leur utilisation. Précisément, un des points curieux à examiner dans cet ordre d'idées, c'est l'effectif, la composition et la nature des divers éléments du matériel des chemins de fer, l'état actuel de ce matériel, ainsi que les transformations, les augmentations qu'il a pu subir depuis un certain nombre d'années. C'est du matériel roulant que nous nous occuperons aujourd'hui. Les chiffres que nous allons donner seront relatifs au commencement de l'année 1887, car, en ces matières, la statistique est forcément quelque peu en retard. Mais, en réalité, la différence des chiffres ne peut être que fort peu sensible, puisque, depuis cette époque, le réseau s'est peu augmenté : il était de 31 199 kilomètres au commencement de 1887 ; il est aujourd'hui de 32 147 kilomètres.

Si l'on apprécie l'importance d'une Compagnie à l'étendue de son réseau, ce qui n'est pas d'ailleurs toujours exact, on peut mettre au premier rang des Compagnies françaises la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, qui possède une longueur effective exploitée (embranchements, doubles voies, etc., tout compris) de 7 905 kilomètres. C'est elle aussi, d'ailleurs, comme on peut s'en convaincre aisément en jetant un coup d'œil sur un des tableaux ci-joints, qui possède de beaucoup le plus fort effectif de voitures et wagons ; elle en compte au total 87 241, dont 5 105 voitures à voyageurs et 82 136 wagons de toute sorte, de grande vitesse, de marchandises, de ballast. C'est elle aussi qui tient la tête pour le nombre des locomotives, 2 471 au total, dont un tiers seulement (exactement 791) sont à voyageurs ou mixtes. Sur le nombre total des voitures à voyageurs, elle en possède 901 de première classe (y compris les voitures de luxe), 1 645 de deuxième et enfin 2 559 de troisième.

Si l'on se reporte au premier graphique (fig. 1) on constate que c'est le Nord qui vient au deuxième rang en ce qui concerne le nombre de voitures et wagons ; et cependant son réseau est bien moindre que celui de l'Orléans, de l'Ouest ou de l'Est (dans cette énumération nous suivons l'ordre décroissant). Ses véhicules sont au nombre de 47 518, dont 2 982 seulement sont des voitures à voyageurs ; ce dernier chiffre est inférieur au chiffre analogue, non seulement du Paris-Lyon-Méditerranée (ce qui est tout naturel), mais encore de l'Orléans et de l'Ouest, qui ont cependant un chiffre total de véhicules de beaucoup moindre que celui du Nord. Sur le réseau de cette dernière Compagnie, long de 3 493 kilomètres, 1 617 locomotives, dont 966 à voyageurs ou mixtes, sont nécessaires pour trainer tout ce matériel. Sur les 2 982 voitures que possède le Nord, 756 sont de première classe, 1 015 de deuxième ; nous insisterons plus loin sur la répartition des différentes classes dans le nombre des voitures des différentes Compagnies et nous donnerons les proportions exactes sur les divers réseaux.

Les Compagnies de l'Est et du Nord ont, à peu de chose près, un nombre identique de véhicules ; cependant c'est l'Est qui vient en premier, avec un chiffre total de 31 031, contre 30 340 pour l'Orléans. Les chemins de fer de l'Est, dont l'étendue est seulement de 4 348 kilomètres, sont desservis par 1 343 locomotives, dont 892 pour les marchandises ; c'est une proportion beaucoup plus forte que sur le réseau du Nord, où, ainsi que nous l'avons dit tout à l'heure, on ne compte que 651 locomotives à marchandises sur un ensemble de 1 617 machines. Les 2 888 voitures se composent de 498 voitures de première classe, et pour le reste, d'un nombre à peu près égal de voitures de deuxième et de troisième, 1 127 de la première espèce, 1 263 de la seconde. On voit que sur ce réseau les voitures de première sont proportionnellement plus nombreuses que sur le Nord.

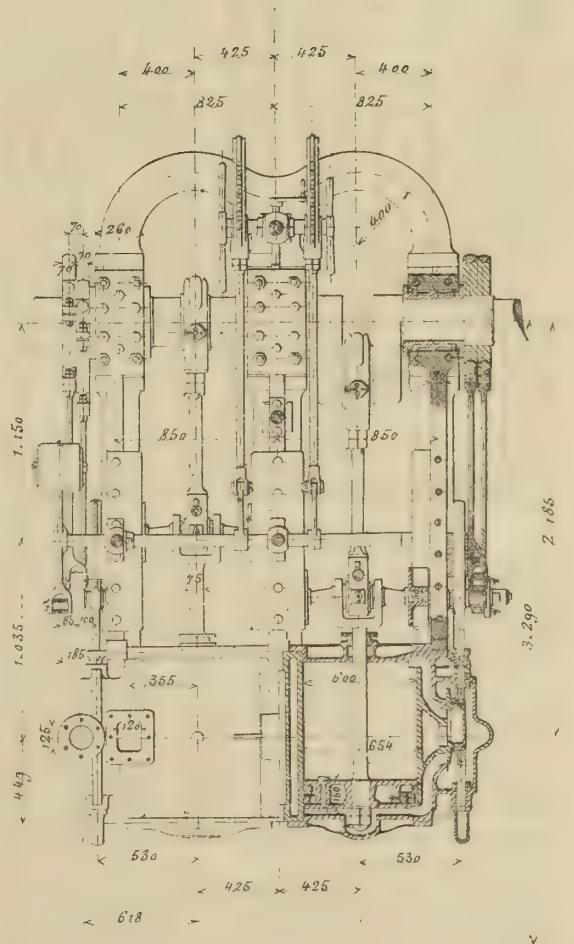
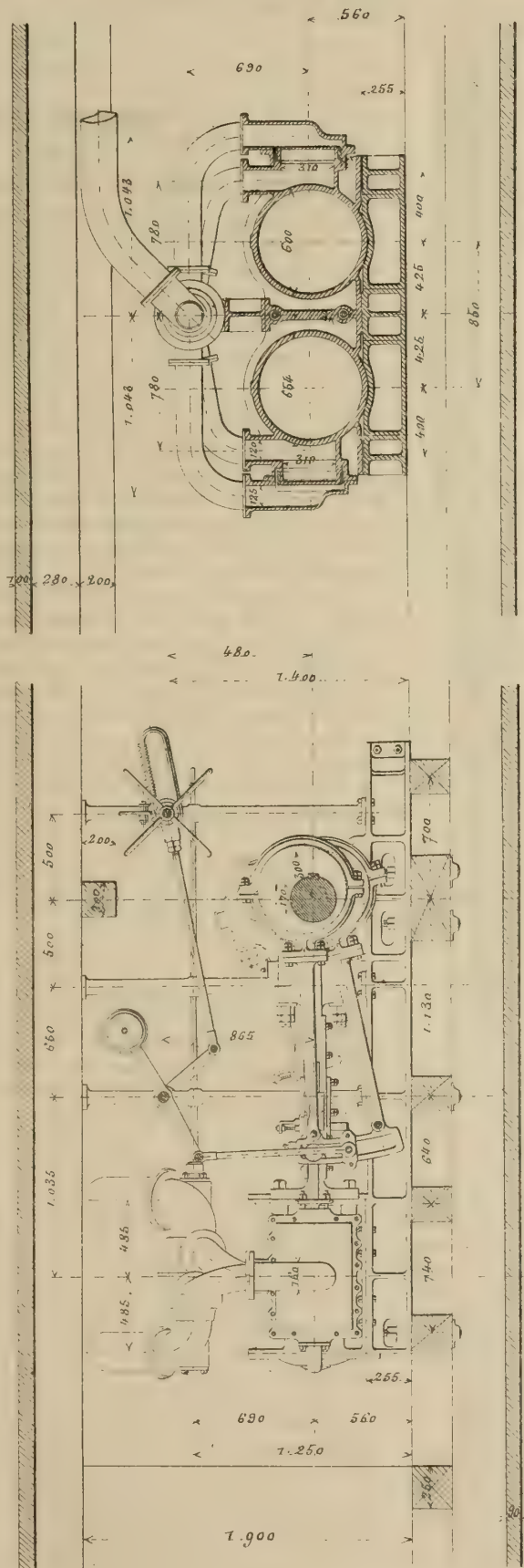
Comme nous l'avons fait remarquer plus haut, le rectangle représentant le nombre des véhicules de l'Orléans dans notre tableau graphique, est presque aussi élevé que celui de l'Est. C'est surtout sur le

APPAREILS A HÉLICE DE 150 CHEVAUX.

Construits au Creusot en 1855.

Batterie flottante Lave (Marine française)

Ensemble de la machine



Légende.

Diamètre des cylindres	600 ^{m/m}
Course des pistons	600 ^{m/m}
Nombre de tours	85
Course des tiroirs	170 ^{m/m}
Avance à l'introduction	17 ^{m/m}
Recouvrement	17 ^{m/m}
Orifices d'admission	38/310 ^{m/m}
Orifices d'omission	56/310 ^{m/m}
Angle de calage	39 degrés
Pression absolue de la vapeur	5 Atmosphères

chiffre des wagons à marchandises que la différence se fait sentir : on n'en compte, en effet, que 25 917 au lieu de 27 189, l'Est possédant du reste moins de wagons de grande vitesse que l'Orléans. Cette dernière Compagnie a en réalité un matériel relativement beaucoup moins important que l'Est, puisque ses voies ont un développement de plus de 1 400 kilomètres plus long (5 797 kilomètres au lieu de 4 348). D'ailleurs, le nombre de ses machines n'est que de 1 287, dont plus de la moitié sont représentées par des locomotives à voyageurs et mixtes (660). Les voitures à voyageurs sont représentées par le chiffre de 3 200, où entrent en compte seulement 693 voitures de première, un chiffre assez faible de voitures de deuxième et enfin 1 699 véhicules de troisième classe.

Dans l'échelle descendante formée par la représentation graphique du matériel de voitures et wagons des chemins de fer de la France, la place suivante revient à la Compagnie de l'Ouest, l'emportant de bien peu sur celle du Midi. Le service des 4 359 kilomètres de voies est assuré par 1 326 locomotives, dont 621 à voyageurs ou mixtes, et 705 à marchandises.

On peut constater graphiquement que l'Ouest a un trafic de voyageurs beaucoup plus considérable que l'Orléans, puisque, avec un réseau plus court et un nombre total de wagons et voitures bien

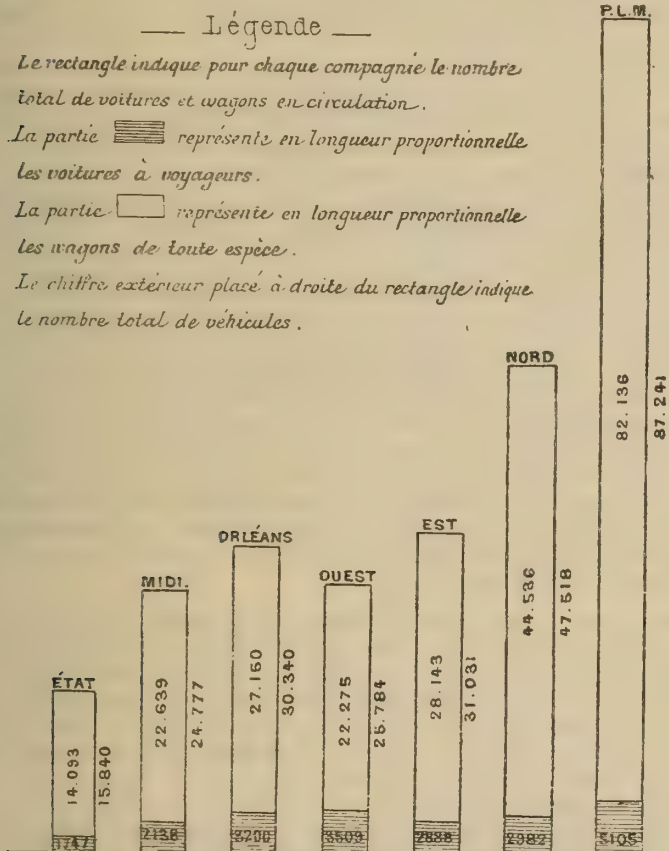


FIG. 1. — Tableau graphique relatif à l'effectif des voitures en circulation sur le réseau des chemins de fer français.

inférieur, cette Compagnie possède 3 509 voitures, autrement dit un dixième de plus que l'Orléans. Nous trouvons ici une bizarrerie dans la répartition des classes : le nombre des véhicules de première classe est assez grand, 852, et celui des voitures de deuxième, qui est de 1 538, est bien supérieur à celui des voitures de troisième, qui sont seulement au nombre de 1 119 ; pareille proportion entre ces deux classes ne se reproduit sur aucun des réseaux français. Sur les lignes de l'Ouest circulent 22 275 wagons de toute espèce.

C'est à peu près le même nombre de wagons à marchandises et autres que possède la Compagnie du Midi ; mais la circulation des voyageurs est loin d'y nécessiter autant de voitures : le chiffre de 2 138 suffit aux besoins, et c'est ce qui fait que, sur notre tableau n° 1, la colonne du Midi est un peu inférieure à celle de l'Ouest, ne représentant que 24 777 véhicules ; d'ailleurs, ce qui fait plus qu'expliquer cette différence, c'est que le réseau du Midi n'est que de 2 588 kilomètres. Le nombre des locomotives est fort restreint, 783 seulement, dont 222, ou moins d'un tiers, comme machines à voyageurs ou mixtes. Pour les voitures, elles se divisent en 555 de 1^{re} classe, 625 de deuxième et 958 de troisième.

Sans parler de la Ceinture de Paris (rive gauche et rive droite), qui ne possède que 13 locomotives à marchandises, le service des trains de voyageurs étant assuré par des locomotives de l'Ouest, 120 voitures exclusivement de première et de deuxième classe, et 52 fourgons (mais non point de wagons à marchandises) ; sans pouvoir citer de chiffres pour la grande Ceinture, puisque le matériel roulant de ses 141 kilomètres est fourni partie par l'Est et partie par l'Ouest ; nous

n'aurons plus qu'à relever les statistiques concernant le réseau des chemins de fer de l'État, sans nous occuper des Compagnies secondaires. Le matériel de l'État, comme l'indique le premier graphique (fig. 1) est de beaucoup le plus faible ; mais il ne faut pas oublier que son réseau est inférieur même à celui du Midi, n'atteignant que 2 504 kilomètres. On y compte 486 locomotives à voyageurs ou mixtes, et, chiffre extrêmement faible, 45 seulement machines à marchandises, curieuse proportion à rapprocher des chiffres relatifs au P.-L.-M. où l'on compte à peu près $\frac{2}{3}$ de locomotives à marchandises. Le total des voitures est de 1 747, dont seulement 179 véhicules de première classe, et 570 de deuxième. Le chiffre de wagons est de 14 093.

En résumé, si l'on veut savoir de quoi se compose l'effectif du matériel roulant de tous nos chemins de fer, on trouvera, pour une longueur totale de 31 199 kilomètres : 9 422 locomotives, dont 4 224 à voyageurs ou mixtes, 21 809 voitures à voyageurs, dont 4 467 de première classe ; 7 472 de deuxième, et 9 870 de troisième ; enfin, 9 692 wagons de la grande vitesse, 233 155 wagons à marchandises, à ballast, de toute nature ; ce qui fait pour l'ensemble 264 656 véhicules. Dans ce nombre, on en compte 149 092 munis de freins, dont 40 000 environ de freins à main.

Il est assez curieux, et c'est précisément le but que nous sommes proposé en dressant le second graphique (fig. 2), de constater la progression simultanée du réseau d'un côté, et de l'autre du nombre des wagons ordinaires et du nombre total des véhicules (ce qui donne aussi, par une simple différence, la progression du nombre des voitures à voyageurs). On y verra d'abord qu'en 1876, année où nous faisons commencer cette courbe, les 20 301 kilomètres de voies françaises étaient desservis par 177 048 véhicules, dont 157 642 wagons à marchandises.

Jusqu'en 1880, les courbes se suivent à peu près parallèlement ; alors nous possédons 23 570 kilomètres de voies ferrées, 203 994 véhicules, dont 182 089 wagons. Pendant les deux années suivantes, le nombre des véhicules croît beaucoup plus vite, on utilise mieux les chemins de fer et un matériel plus nombreux devient nécessaire. Enfin, depuis 1882, les courbes de la longueur du réseau et du nombre des wagons s'élèvent à peu près parallèlement, le mouvement de la courbe supérieure s'accroît, il faut donc un plus fort matériel à voyageurs, les facilités de toutes sortes, billets de bains de mer, billets circulaires, billets d'excursions ou d'aller et retour, introduisant de plus en plus l'habitude des voyages dans toutes les classes.

Il nous reste à relever deux séries de chiffres assez intéressants : les uns se rapportant au poids actuel des véhicules et à l'augmentation qu'a subie ce poids depuis 10 années ; les autres, relatifs au nombre de véhicules qui sont nécessaires et qui étaient nécessaires en 1876 pour l'exploitation d'un kilomètre de voie. Si nous considérons d'abord le poids (1) des locomotives françaises, nous verrons qu'il oscille en moyenne entre 46^t 8 et 18^t 6 pour les machines à voyageurs, et entre 50^t 7 et 17 tonnes pour les machines à marchandises.

C'est l'État et aussi le P.-L.-M. qui ont les plus lourdes machines de la première espèce (46^t 8 et 46 tonnes) ; l'Ouest et l'Orléans possèdent les plus légères (18^t 6 et 20^t 6). En ce qui concerne la seconde espèce, les plus lourdes appartiennent au Nord (50^t 7) ; l'Orléans, le P.-L.-M. et le Midi en emploient aussi de 47 tonnes ; les plus légères font partie du matériel du P.-L.-M. et de l'État (17 tonnes).

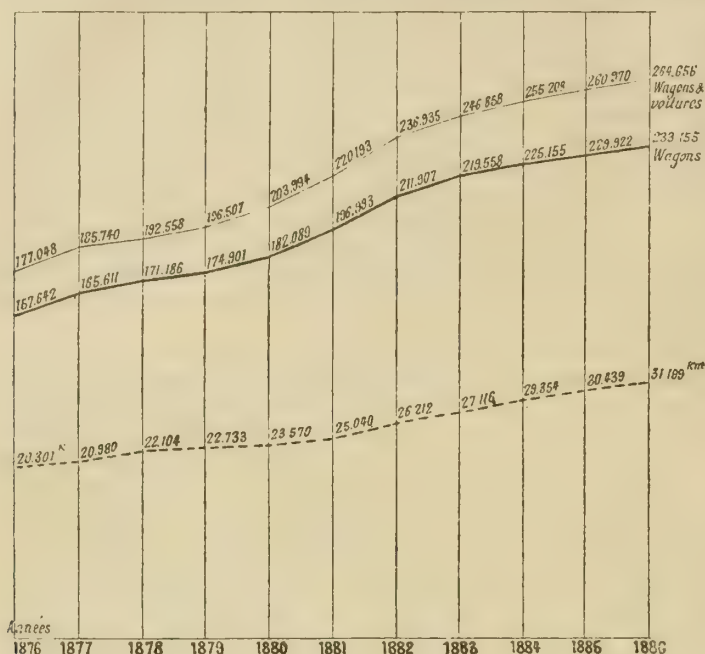
Nous pouvons chercher les chiffres analogues en ce qui concerne les voitures et wagons. Le poids d'une voiture de première classe est en moyenne de 8^t 5 ; celles du P.-L.-M. vont jusqu'à 12^t 7 ; celles de l'Ouest, du Midi et de l'État ne dépassent pas de beaucoup 6 tonnes ; enfin on peut citer comme exceptionnelles les voitures de la Ceinture de Paris, dont l'installation est fort sommaire, et dont le poids n'atteint pas 6 tonnes. La contenance varie entre 24 et 28 places (ce dernier chiffre pour les lourdes voitures du P.-L.-M.). Le poids brut moyen des voitures de deuxième classe est naturellement inférieur, car les installations y sont moins complètes et par conséquent moins lourdes ; il est de 7^t 7, avec le minimum pour le Nord et l'État, le maximum pour le P.-L.-M. La contenance moyenne est de 43 places. Enfin les voitures de troisième pèsent en moyenne 7^t 3, avec une contenance moyenne de 48 places ; les voitures du Nord et de l'Ouest ne pèsent que 6^t 3 et contiennent 50 places. Quant aux wagons à marchandises, dont le poids peu variable oscille autour de 5^t 4, la contenance moyenne en est de 9^t 5.

Si maintenant nous voulons comparer ces chiffres avec ceux qui sont relatifs aux dix années précédentes, nous verrons que le poids des locomotives à voyageurs n'a fait qu'augmenter ; pour les machines à marchandises, les poids maxima sont les mêmes, mais on n'emploie plus de machines aussi légères que jadis. Pour toutes les voitures, le confortable augmentant, le poids s'est accru aussi. Il y a eu également accroissement du poids et de la contenance des wagons à marchandises.

Quel est le nombre des locomotives ou véhicules nécessaires par kilomètre de voie ? Pour les machines, nous dirons, sans faire de distinctions, qu'il est de 0,30 par kilomètre en moyenne ; il est de 0,46 sur le Nord et de 0,21 sur l'État. Quant aux voitures, la proportion est de 0,14 pour les véhicules de première classe, 0,24 pour

(1) Il s'agit, bien entendu, du poids brut.

ceux de deuxième, et enfin 0,32 pour ceux de troisième. On compte 7,45 wagons par kilomètre. C'est le Nord qui a le plus de voitures en circulation, et l'Orléans le moins (nous ne parlons point de la Ceinture de Paris, qui a un trafic de voyageurs tout à fait exceptionnel, nécessitant un nombre de voitures relativement considérable). C'est aussi le Nord qui possède, relativement à son réseau, le plus de wagons; le P.-L.-M. vient en second. Comme l'indique le second graphique



Légende: La courbe en pointillés indique l'augmentation du réseau en kilomètre. Le trait fin indique le nombre total des voitures et wagons, et le gros trait celui des wagons seulement.

FIG. 2. — Tableau graphique relatif à l'effectif des voitures et wagons en circulation sur les chemins de fer français.

(fig. 2), si le nombre de voitures par kilomètre a augmenté, il n'y a eu guère de changement pour celui des wagons à marchandises et autres.

Nous terminerons en faisant remarquer que le nombre des wagons munis de freins est aujourd'hui de 149 092, tandis qu'il était de 35 666 en 1876 et seulement de 61 030 encore en 1883.

Les chiffres que nous venons de donner permettent de se rendre compte de tous les progrès qu'on a pu accomplir dans l'utilisation des voies ferrées, et de l'emploi des capitaux qu'on a utilement consacrés à cette partie de notre outillage national.

DANIEL BELLET.

VARIÉTÉS

REVUE DES ORGANES TECHNIQUES ANGLAIS

Travaux publics. — Le grand pont du Forth, dont le *Génie Civil* (1) a, depuis sept ans, suivi pas à pas les travaux successifs, est actuellement bien près d'être achevé; le 15 du mois dernier, les administrateurs de la Forth Bridge Railway Co ont eu la satisfaction de franchir sur ce pont l'estuaire de 1500 mètres dont celui-ci est appelé à joindre les rives.

Nous rappellerons que la superstructure métallique du pont se compose de trois piles à encorbellement établies, la première, à South Queensferry, sur la rive sud, la seconde, sur l'îlot d'Inchgarvie, situé vers le milieu du détroit, et la troisième, à North Queensferry, sur la rive écossaise du comté de Fife. Les doubles encorbellements portés par chaque pile s'étendent de chaque côté sur une longueur de 206 mètres; comme l'écartement des piles est de 518 mètres, les deux encorbellements successifs partant de deux piles voisines ne se rejoignent pas, mais laissent entre eux une ouverture que vient remplir une poutre à treillis indépendante, formant la partie centrale de chaque travée.

Le passage de la travée méridionale, qui était entièrement couverte, a pu s'effectuer sans nécessiter aucune disposition spéciale. Dans la travée nord, il restait une ouverture de 24 mètres, pour le passage de laquelle une galerie provisoire a dû suppléer la ferme centrale inachevée. Cependant, comme il a suffi de 36 heures de travail pour effectuer le montage de quelques-unes des baies de cette ferme centrale, longues de 12 mètres, la travée nord doit être actuellement achevée aussi, et le pont étant maintenant continu d'un bout à l'autre, la Forth Bridge Railway Co, qui en a entrepris la construction, peut dire, en s'appropriant un mot célèbre: Il n'y a plus de Forth!

Sans doute, il y a encore bien des choses à faire: pour une grande partie du rivetage, on a dû nécessairement passer outre, jusqu'à ce que la construction eût pris sa forme définitive et que les efforts tem-

poraires, s'exerçant entre les diverses parties inachevées, eussent été éliminés. Le tablier, ou, pour parler plus exactement, le viaduc intérieur, qui doit porter la voie permanente du chemin de fer, et qui passe à travers les grands porte-à-faux et les fermes centrales comme un tunnel dans la montagne, a été construit au fur et à mesure des parties principales de toute la superstructure. Les conjectures, qui ont placé au mois de janvier 1890 l'ouverture du pont au trafic des marchandises, ne seront donc probablement pas beaucoup éloignées de la vérité.

On a adopté, pour le montage des fermes centrales, le même mode de construction que pour les fermes d'encorbellement. Les Ingénieurs étrangers à l'entreprise avaient généralement cru qu'on suivrait la méthode ordinaire consistant à les construire toutes d'une pièce sur le chantier, puis à les amener par flottage sous les porte-à-faux, qu'elles devaient réunir, et à les hisser enfin, à l'aide d'appareils hydrauliques de levage, jusque dans leur position définitive. Mais les Ingénieurs du pont en ont pensé autrement. Ils se sont dit sans doute: puisque voilà 206 mètres de poutres ayant un poids total de 3500 tonnes, que nous avons construites en les ajoutant pièce par pièce en porte-à-faux, pourquoi ne ferions-nous pas la même chose pour les 53 mètres qui restent avec un poids de 400 tonnes seulement? On a donc également employé pour la mise en place de ces fermes centrales le procédé du cheminement dans le vide, tout comme on l'avait fait pour les encorbellements.

Naturellement, ce mode de construction a nécessité l'usage d'attaches temporaires entre les deux extrémités opposées de chaque ferme centrale et les extrémités adjacentes des grands porte-à-faux. Une fois que les deux moitiés de la ferme centrale se sont rejointes au milieu de la travée, ces attaches temporaires ont été enlevées, et désormais la tâche de supporter la ferme centrale est dévolue tout entière aux attaches permanentes. Pour chaque ferme centrale, ces attaches permanentes consistent, du côté de la pile d'Inchgarvie, dans des montants verticaux oscillants, pourvus à leurs extrémités de genoux-de-charnière, et du côté des deux piles des rives, dans des plaques superposées, articulées au moyen d'une grosse cheville en acier. Les montants verticaux oscillants, qui transmettent la charge de la partie supérieure de la ferme centrale à la partie inférieure des porte-à-faux, font en même temps fonction d'appareil de dilatation. Grâce à leur mouvement oscillatoire en avant ou en arrière, la dilatation ou la contraction de toute la structure métallique n'aura d'autre effet que de réduire ou d'augmenter respectivement le jeu qui existe entre les porte-à-faux et les extrémités de la ferme indépendante. Cette attache est complétée par un dispositif de guidage reliant les entretoises extrêmes. La ferme centrale a une hauteur de 15^m 7 au milieu et de 12 mètres aux extrémités.

Mécanique. — A la réunion annuelle de la British Association, qui a eu lieu cette année à Newcastle, le prof. A. B. M. Kennedy a communiqué à la section de mécanique les résultats des expériences qu'il a faites à Paris sur la transmission de la force motrice au moyen de l'air comprimé (système Popp). Sans entrer avec lui dans l'historique et la description de cette entreprise, contentons-nous de donner un aperçu général de ses expériences.

Celles-ci avaient naturellement pour objet de déterminer le rendement de tout le système de transport. Ce rendement est donné simplement par le rapport du travail indiqué en chevaux-vapeur, obtenu à cinq ou six kilomètres de la station centrale de Saint-Fargeau, sur un petit moteur à air, au travail indiqué en chevaux-vapeur dépensé à la station centrale par les machines motrices sur le volume total d'air passant à travers le petit moteur. Ce rapport n'est en réalité que le produit de plusieurs rendements partiels que l'auteur a eu soin de déterminer chacun séparément, afin de pouvoir ainsi sûrement contrôler son résultat final.

Le professeur Kennedy énumère de la manière suivante ces rendements partiels:

1^o Rendement mécanique des machines principales ou rapport du travail produit dans les compresseurs d'air au travail indiqué de la vapeur dans les cylindres;

2^o Rendement des compresseurs ou rapport du travail maximum qu'un mètre cube d'air, comprimé à 21^o C, pourrait effectuer dans un moteur au travail dépensé réellement par la machine en comprimant la même quantité d'air;

3^o Rendement de la canalisation ou rapport dans lequel l'abaissement de la pression initiale de l'air comprimé, résultant nécessairement de la friction et des pertes, diminue sa faculté de produire du travail;

4^o Rendement des soupapes de réglage (reducing valves) ou rapport dans lequel l'abaissement de la pression initiale de l'air comprimé, à son entrée dans le moteur, diminue sa faculté d'effectuer du travail;

5^o Rendement indiqué du moteur à air, ou rapport dans lequel le travail réellement indiqué sur le moteur reste en dessous du travail maximum que la quantité d'air, mesurée par le compteur, pourrait effectuer après avoir passé la soupape de réglage.

Voici les différents résultats obtenus:

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n^o 49, page 409.

APPAREILS A HELICE DE 60 CHEVAUX
Construits au Creusot en 1860 - Canonnieres - Types La Décidée.

(Marine française)

Fig.1 Coupe verticale par le milieu du cylindre

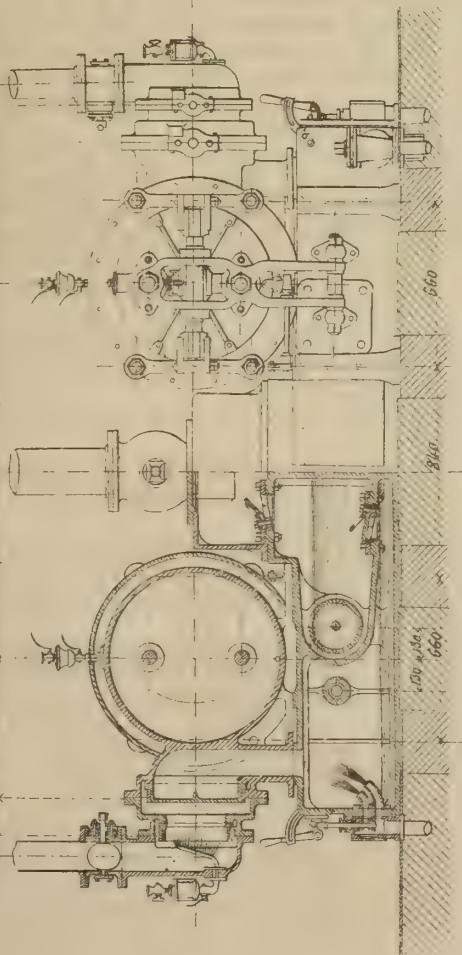


Fig.2 Vue de face du cylindre

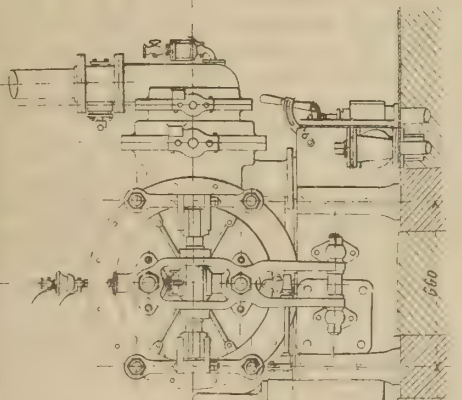


Fig.3 Vue longitudinale de la machine.

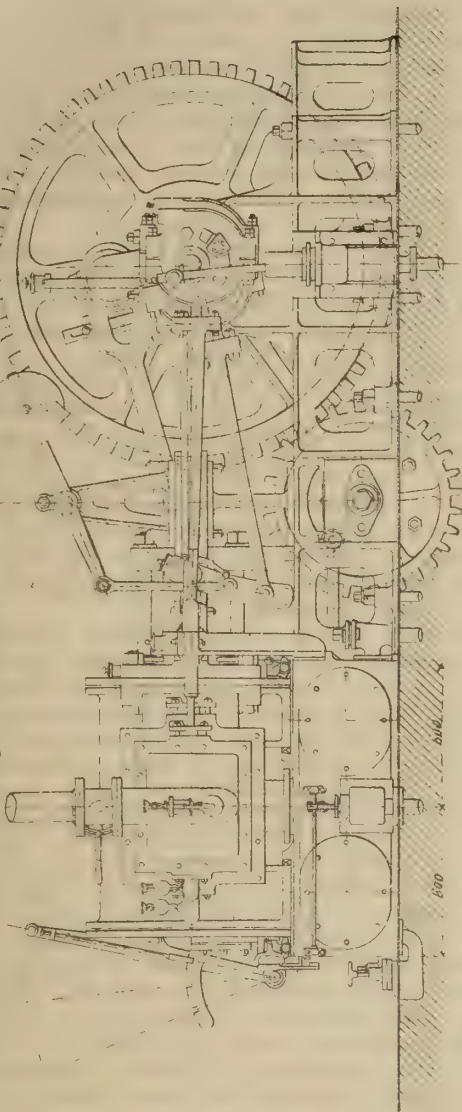
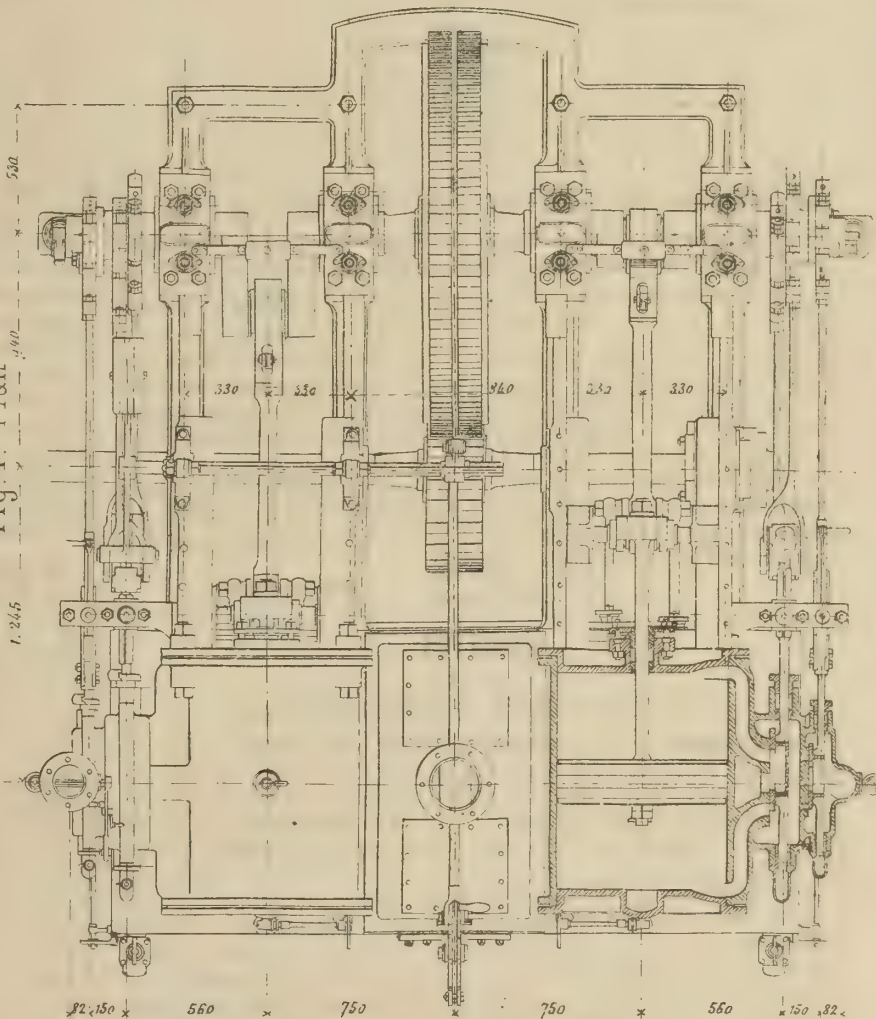


Fig.4 Plan



MACHINES

2 Machines horizontales accouplées à engrenages

Force nominale	60 ch ²
Diamètre des cylindres	0 ^m 680
— d' — des pompes à air	0 ^m 190
Course des pistons à vapeur	0 ^m 650
— d' — des pompes à air	0 ^m 650
Orifice d'admission	31
— d' — d'émission	310
Nombre de tours de la roue	60

ENGRENAGES

Diamètre primitif de la roue (dents en bois)	1 ^m 578 1/2
— d' — du pignon (dents en fonte)	0 ^m 74 1/2
Nombre de dents de la roue	66
— d' — du pignon	31
Pas	0 ^m 075 1/2

CHAUDIÈRES

2 Chaudières tubulaires à retour de flamme

Pression absolue de la vapeur	2 75 atm
Surface de chauffe	100 mètr car.
d' — de grille	3 ^m 50
Diamètre des tubes	0 ^m 070
Longueur — d' —	2 ^m 000
Nombre de tubes	176
Nombre de foyers	2
Diamètre de la cheminée	0 ^m 800

POIDS

Machines	20500 K.
Chaudières	22500
Eau	11600
Total	54500 K.

1° Chaque cheval-vapeur indiqué aux cylindres fournit 0,845 cheval indiqué aux compresseurs : cela correspond à la compression de 9^m3,85 d'air par heure, de la pression atmosphérique à la pression absolue de 6 atmosphères (le poids de cet air est d'environ 11^k30);

2° 0,845 cheval-vapeur indiqué dans les compresseurs fournit autant d'air que le ferait 0,52 cheval-vapeur indiqué, par expansion adiabatique, après abaissement de sa température à la température normale de la canalisation ; donc :

$$\text{Rendement des compresseurs} = \frac{0,52}{0,845} = 0,61;$$

3° La perte de charge initiale dans les tuyaux entre la station centrale et un moteur situé à Paris à une distance de 5 kilomètres, réduit le travail de 0,52 à 0,51 cheval-vapeur indiqué ; donc :

$$\text{Rendement du transport à travers la canalisation} = \frac{0,51}{0,52} = 0,98;$$

4° La pression de l'air, à son passage à travers la soupape de réglage, tombe à 4 1/2 atmosphères (5 1/2 atmosphères absolues) et réduit le travail de 0,51 à 0,50 cheval-vapeur indiqué ; donc :

$$\text{Rendement de la soupape} = \frac{0,50}{0,51} = 0,98;$$

5° Par suite de la détente incomplète, des étranglements et du laminage subi par l'air, etc., le travail réellement indiqué est réduit de 0,50 à 0,39 cheval-vapeur.

Le rendement total, avec la transmission à l'air froid, est donc de 0,39.

Lorsqu'on se sert d'un réchauffeur pour porter l'air, avant son entrée dans le moteur, à une température de 160° C., le travail indiqué du moteur monte à 0,54 cheval-vapeur. Il faut remarquer cependant que ce rendement de 0,54 obtenu avec les réchauffeurs est seulement apparent. En tenant compte de la chaleur additionnelle qui est fournie au système par la combustion d'environ 0,18 kilogr. de coke par heure-cheval, on trouve que le rendement réel de tout le système, lorsqu'on se sert d'air chaud, est 0,47 au lieu de 0,54.

Le professeur Kennedy a trouvé que le rendement organique du moteur lui-même était de 0,67 lorsqu'il était actionné à l'air froid, et de 0,81 lorsqu'il était actionné à l'air chaud. Dans le premier cas, le travail finalement disponible serait donc de 0,26 au lieu de 0,39 cheval-vapeur, et dans le dernier cas, de 0,44 au lieu de 0,54 cheval-vapeur. Le moteur à air était une machine horizontale ordinaire, du type Davey-Paxman, d'une force de 10 chevaux-vapeur en travaillant à 4 1/2 atmosphères de pression. Avec les améliorations qu'on apporte actuellement au système, le Prof. Kennedy pense que le rendement indiqué pourra monter de 0,50 à 0,67. Nous n'entrerons pas ici dans la description détaillée des procédés dont il s'est servi pour déterminer les divers rendements; on la trouvera dans *Engineering*, n° du 13 septembre.

Nous ne quitterons pas ce sujet sans dire quelques mots du système de transmission à l'air comprimé qui a été établi, il y a trois ou quatre ans, à Birmingham par M. J. Sturgeon, Ingénieur, et que le *Génie Civil* (1) a signalé à cette époque. Une particularité propre à cette installation, d'après le journal *Industries*, c'est qu'on a choisi pour combustible, non la houille, mais du gaz, produit par une série de générateurs Wilson. Le principal avantage, en vue duquel les promoteurs de l'entreprise ont adopté cette disposition, est qu'ils peuvent plus facilement proportionner la fourniture de l'énergie à la demande. Les fluctuations incessantes auxquelles cette dernière est naturellement sujette dans tout système de distribution de force au milieu d'un district étendu, constituent une des grandes difficultés de ces entreprises. La pression de l'air dans la canalisation doit toujours être maintenue au niveau normal, que les consommateurs y puisent largement ou qu'ils en prennent peu seulement. Dans le dernier cas, la fourniture doit être réduite et par conséquent aussi la production de vapeur dans la chaudière, à laquelle la première est proportionnelle. Evidemment, dans une entreprise bien conduite, on tâchera d'éviter le gaspillage de vapeur dont on se rendrait coupable en déchargeant le trop-plein de la chaudière par les soupapes. En employant le gaz comme combustible, on se ménage un moyen facile et efficace de diminuer à son gré la production de chaleur.

L'installation de Birmingham se compose de trois machines à comprimer l'air et d'un nombre correspondant de chaudières et de générateurs de gaz. Les machines sont du type vertical à balancier, à condensation et à triple expansion. Chaque machine actionne six cylindres compresseurs, dont trois sont placés respectivement au-dessus des trois cylindres à vapeur, mais séparés de ceux-ci par les bras des trois balanciers, et dont les trois autres sont manœuvrés par les extrémités des bras opposés. Chaque machine est capable d'un travail indiqué de 1 000 chevaux-vapeur, et ses six compresseurs peuvent fournir par minute 56^m3 d'air comprimé à 3 atmosphères au-dessus de la pression atmosphérique.

La fourniture actuelle d'air comprimé aux consommateurs ne représente que 300 chevaux-vapeur, mais la Compagnie prévoit pour son système une extension considérable : l'emplacement qu'elle a

choisi pour son installation est suffisamment grand pour permettre un développement de 15 000 chevaux-vapeur.

Téléphonie. — Un autre travail, présenté à l'Association britannique par M. Preece, Ingénieur-électricien en chef du General Post Office, traite de la possibilité et des chances de succès des communications téléphoniques entre Paris et Londres, un projet dont M. le Ministre des Postes et Télégraphes de Paris a pris l'initiative, et que les deux gouvernements intéressés étudient en ce moment. D'après les expériences de M. Preece, expériences dans lesquelles il a tâché de réaliser aussi complètement que possible les conditions réelles de la ligne future, il n'y a pas le moindre doute que ces communications ne soient possibles.

Les conditions de la ligne sont cependant loin d'être favorables, et n'existent probablement pour aucune autre ligne téléphonique actuellement exploitée. Il y a sans doute des distances beaucoup plus considérables que celle de Paris à Londres qui ont été franchies par la parole humaine au moyen du téléphone. Paris n'est éloigné de Londres que de 440 kilomètres; or, le téléphone a été essayé avec succès entre Paris et Marseille, une distance de 960 kilomètres, entre New-York et Chicago, une distance de 1 440 kilomètres, et en Amérique il y a beaucoup de lignes téléphoniques d'une longueur de 450 à 500 kilomètres dont l'exploitation est depuis longtemps un succès commercial. Mais en téléphonie, c'est beaucoup moins de la petite distance que des conditions de la ligne, que dépend le succès. Pour la ligne de Londres-Paris, il y a d'abord le circuit souterrain de la première de ces deux villes sur une étendue de plusieurs kilomètres, puis le circuit souterrain à travers plusieurs tunnels, enfin il y a le câble sous-marin sur une longueur de 33 kilomètres. M. Preece donne une échelle graduée pouvant servir à mesurer, pour ainsi dire, la possibilité et la qualité des communications téléphoniques entre deux points. La quantité, dont celles-ci dépendent, est donnée par le produit de la résistance du circuit par le courant absorbé, ce dernier étant naturellement proportionnel à la capacité électrique du circuit. Un produit ainsi obtenu de :

15.000	indique communication téléphonique impossible.
12.500	— — — — — possible.
10.000	— — — — — bonne.
7.500	— — — — — très bonne.
5.000	— — — — — excellente.
2.500 et moins	— — — — — parfaite.

La ligne de Paris-Londres donnerait un produit de 12 500, et, d'après cette donnée, on peut espérer de voir le téléphone fonctionner un jour entre ces deux villes.

Métallurgie. — Les chiffres suivants, que nous empruntons au journal *Iron*, donnent pour le 1^{er} semestre de 1889 et pour les deux semestres de l'année 1888, la production totale de fonte dans le Royaume-Uni :

Tonnes anglaises (1).

1889, 1 ^{er} semestre	4.083.597
1888, 1 ^{er} —	3.902.804
1888, 2 ^e —	3.995.830

Il y a donc eu, pour les six premiers mois de cette année, une augmentation de 180 793 tonnes sur les six premiers mois de 1888 et de 87 767 tonnes sur les six derniers mois de 1888.

Le nombre des hauts fourneaux à la fin des mêmes périodes, était :

	En activité.	Chômant.
Fin juin 1889	427	339
Fin juin 1888	403	443

La production de l'acier est indiquée dans le tableau suivant :

	1 ^{er} sem. 1889.	1 ^{er} sem. 1888.	Augmentation pour 1889.
	t.	t.	t.
Lingots acier Martin-Siemens (openhearth)	750.721	616.421	+ 134.300
Lingots Bessemer	1.043.256	1.051.481	— 8.225
Rails acier Bessemer	468.325	487.174	— 18.849

Enfin le tableau suivant résume tout le mouvement commercial :

	Tonnes.
Stock de fonte, 31 décembre 1888	2.588.708
Production de fonte, 1 ^{er} semestre 1889	4.083.597
	6.672.305
Déduisant le stock, 30 juin 1889	2.230.868
Livraison totale de fonte, 1 ^{er} semestre 1889	4.441.437
— — — — — 1 ^{er} semestre 1888	4.007.628
Augmentation de livraison 1 ^{er} semestre 1889	433.809

Consommation totale de fonte dans le Royaume-Uni, déduction faite des exportations :

	Tonnes.
1 ^{er} semestre 1889	3.932.878
— — — — — 1888	3.505.895
Augmentation, 1 ^{er} semestre 1889	426.983

FLOREN.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome VI, n° 22, page 354, et tome IX, n° 26, page 424.

(1) La tonne anglaise contient 16 kilogr. de plus que la tonne métrique.

CORRESPONDANCE

L'EXPOSITION DE 1892 AUX ÉTATS-UNIS (1)

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

La question de l'Exposition universelle à New-York en 1892 est plus que jamais à l'ordre du jour depuis que le Comité de l'emplacement a fait choix des terrains dont je vous ai déjà donné le détail (2). On attendait le rapport de la Commission financière, composée d'hommes éminemment pratiques : banquiers, commerçants et industriels. Celle-ci a cru devoir prendre le temps de la réflexion et étudier à fond ce qui s'est fait à Paris et qui passe ici d'ailleurs comme le modèle du genre au point de vue de l'organisation d'une entreprise aussi colossale. Les journaux américains, le grand public, n'y trouvent qu'à louer et, à ce sujet, je vous citerai quelques extraits du *Mail and Express*, l'un des principaux organes de la finance, du commerce et de l'industrie : « le grand succès de l'Exposition de Paris est merveilleux. Sous bien des rapports, elle a surpassé toutes les autres expositions de ce genre. Les résultats financiers ont été remarquables; c'est pourquoi l'étude des méthodes par lesquelles un succès aussi éclatant a été obtenu, mérite la plus grande attention de notre part dans ce moment. Les plans adoptés pour la partie financière paraissent être tout ce qu'on peut souhaiter ou combiner de mieux. »

La Commission financière a discuté d'abord la question d'un fonds de garantie susceptible d'inspirer à une Société d'entreprise une confiance suffisante. Le projet qui a été discuté et virtuellement adopté, dans sa forme générale au moins, présente les traits saillants que voici :

1^o L'organisation d'une Société privée, sous le nom de Société de l'Exposition, ou tout autre, recevant son investiture de la législature de l'État ou mieux du Congrès, au capital de 5 millions de dollars (25 000 000 de francs), par actions de 5 dollars (25 francs) chacune, donnant droit à des coupons d'entrée jusqu'à concurrence d'une certaine somme. La Société aurait le droit d'acquérir sur l'emplacement choisi tels terrains qui seraient nécessaires, excepté ceux que la ville de New-York possède déjà comme parcs existants; on garderait ensuite comme parcs ceux établis par elle à cette occasion. Cette Société aurait la direction et la conduite des travaux et de l'entreprise, sous le contrôle général du gouvernement des États-Unis, de l'État et de la ville de New-York, qui auraient droit à un certain nombre de directeurs ou administrateurs, les autres devant être nommés par les souscripteurs;

2^o La ville de New-York acquerrait à son compte pour parcs nouveaux, qui resteraient comme tels après l'Exposition, certains terrains tout particulièrement appropriés à cet usage; elle achèverait ou adapterait aux nouveaux besoins certains monuments publics, soit déjà construits, soit projetés déjà par elle, et pour lesquels les fonds ont été votés ou donnés par des particuliers, tels que le musée des Beaux-Arts et le Muséum d'histoire naturelle. En échange, les bâtiments construits en vue de l'Exposition sur les terrains ainsi acquis par la ville, retourneraient à celle-ci après la clôture de l'Exposition;

3^o La Société serait autorisée de plus à émettre pour 5 millions de dollars d'obligations hypothécaires sur les terrains acquis par elle, cette propriété devant être exemptée de toutes taxes municipales jusqu'en 1895;

4^o Les États-Unis, l'État et la ville de New-York seraient sollicités de fournir une somme de 5 000 000 \$ (25 millions de francs) comme garantie, somme considérée comme une simple avance et remboursable après la clôture de l'Exposition, avant de distraire aucun dividende pour les souscripteurs. On disposerait ainsi d'un capital de 15 millions de dollars (75 millions de francs).

Les dépenses de la ville se borneraient, en définitive, à compléter ou à bâtir des édifices dont la construction est décidée en principe depuis longtemps, ou dont les travaux sont déjà en cours d'exécution, et à transformer en parcs des terrains tout indiqués d'avance; en échange, la ville recevrait toutes les constructions élevées sur ces terrains.

La plus-value éventuelle des terrains que la Société achèterait, plus-value rendue certaine par le développement donné à ces quartiers, constituerait en 1895 une source de revenus pour payer les déboursés en tout ou en partie, sinon plus.

Comme il est difficile de prévoir la somme exacte qui pourrait être nécessaire, la Commission s'en est tenue pour le moment à la première partie de ce plan, c'est-à-dire à l'ouverture d'une souscription publique jusqu'à concurrence de 5 millions de dollars. Une étude approfondie du projet, des bâtiments, des nécessités d'achat des terrains, peut seule permettre une appréciation plus exacte des besoins financiers.

Séance tenante, près de \$ 800 000 (4 millions de francs), ont été souscrits par 12 membres de la Commission, l'un d'eux s'inscrivant

pour \$ 100 000 (500 000 francs), un autre pour 50 000, un troisième pour 25 000, un enfin pour \$ 500 000 (2 millions 1/2 de francs).

Subissant un entraînement analogue, plusieurs des propriétaires les plus importants des terrains en vue ont offert à la Commission l'usage gratuit de leur propriété, depuis 1890 jusqu'à la clôture de l'Exposition, pour un loyer nominal (\$ 1 par an), avec la seule réserve que la ville les exempterait du paiement des taxes pendant cette période; d'autres se contenteraient d'une rente basée sur l'évaluation de leurs propriétés, à raison de 5 % pendant le temps qu'elles seraient occupées, évaluation laissée à la discrétion de la Commission; d'autres enfin accepteraient l'achat pur et simple de leurs terrains au prix que fixerait la Commission. On propose enfin de soumettre à l'expropriation par la ville, pour cause d'utilité publique, ceux des propriétaires qui voudraient abuser de la situation. Il est bon de remarquer que le sol, dans le voisinage de l'emplacement choisi, est tellement mouvementé qu'il n'y a guère que des terrains vagues et à peine une trentaine de maisons construites. En admettant qu'on eût à payer la location d'une centaine d'acres (1), estimées à \$ 100 000 l'acre, ce serait, à 5 %, pour 3 ans, et de ce chef, une somme de \$ 1 500 000 à fournir.

Ces offres de location, au lieu d'achat définitif, pour partie tout au moins de l'emplacement cherché, ont singulièrement aidé la Commission et diminueraient considérablement les capitaux nécessaires, rendant inutile une Société foncière, en quelque sorte.

Il existe plusieurs raisons qui ne permettent pas d'adopter un plan tout formé de suite. Avant tout, il faut, en effet, qu'un décret du Congrès et de l'État de New-York vienne donner à l'initiative de la ville de New-York leur sanction officielle pour lui fournir un caractère national et international. C'est pourquoi la Commission s'est contentée, pour le moment, d'un plan sujet à modifications, et a décidé l'ouverture immédiate d'une souscription préliminaire de 5 millions de dollars, témoignant de la bonne volonté de ses commettants, se réservant de compléter plus tard, par un projet mieux mûri, telles sommes qui deviendraient nécessaires, après connaissance de l'aide sur laquelle elle pourrait compter, de la part du gouvernement fédéral, de la législature de l'État et même de la municipalité de New-York.

La question de la célébration du quatrième centenaire de la découverte de l'Amérique nous engage à donner ici certaines statistiques qui peuvent être intéressantes :

Il y a cent ans, la population des États-Unis était de 4 millions d'habitants, dont 1 million d'esclaves; celle de la ville de New-York était de 35 000. Aujourd'hui les États-Unis comptent 65 millions d'habitants et la ville de New-York 1 600 000 au moins.

En 1792, le capital représenté par les banques américaines se montait à 2 millions de dollars (10 millions de francs). En 1888, les échanges et transactions de banque à banque se chiffraient par 50 milliards de dollars (250 milliards de francs).

En 1888 :	Dollars.
Numéraire circulant aux États-Unis	1.700.000.000
Échanges et transactions de banque à banque .	49.097.528.591
Importations	725.224.153
Exportations	691.776.462
Recectes brutes des chemins de fer	386.626.292
Lignes de chemins de fer nouvelles (1888).	140.000.000
Blé (Boisseaux 415.000.000)	421.091.020
Mais (— 1.987.790.000)	914.383.400
Avoine (— 707.737.000)	» »
Seigle (— 25.000.000)	» »
Balles de coton (6.900.000)	330.006.250
Fonte (Tonnes 6.499.733)	125 à 130 millions.
Bessemer. Rails d'acier (— 1.528.057)	» »
Anthracite (— 38.145.118)	» »
Pétrole (16.095.448 barils)	» »
Instruments et machines agricoles (Recensement officiel de 1880)	406.520.055
Bétail (Recensement officiel de 1880)	1.500.464.609
Fermes —	10.000.000.000
Laitage, lait, fromages, etc. (6.750.000.000 gallons lait) (270 millions d'hectolitres) (Recensement 1880), évalués à	900.000.000

En 1830, il y avait 46 kilomètres de chemins de fer, aux États-Unis; en 1860, plus de 45 000 kilomètres; en 1880, 200 000 kilomètres, et en 1888, 256 000 kilomètres de voies ferrées.

Or, de tout ce commerce, de toutes ces importations et exportations, de tous ces capitaux engagés dans l'industrie ou circulant dans les banques, New-York fournit près de 56 % du total, en y comprenant ses faubourgs, Brooklyn, Jersey City, Hoboken, etc., qui lui font face de l'autre côté de ses rivières.

Si, maintenant, nous reportant à l'Exposition de Philadelphie en 1876, nous essayons de trouver quelques points de comparaison pour juger du succès possible d'une semblable entreprise projetée à New-York et examiner les moyens d'en assurer la réussite, nous trouvons qu'en 1876, dix millions de dollars environ ont été dépensés. Un

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 26, p. 629 et tome XVI, n° 2, p. 35.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 26, p. 629.

(1) Une acre est sensiblement égale en surface à 4 arpents; l'arpent de Paris équivaut à 32 400 pieds carrés, l'arpent commun à 40 000 pieds carrés et l'acre à 3 000 pieds carrés.

APPAREILS A HÉLICES DE 500 CHEVAUX

Construits au Creusot en 1863.

Frégates **Minerve** et **Vénus** (Marine française)

Fig.1. Vue longitudinale.

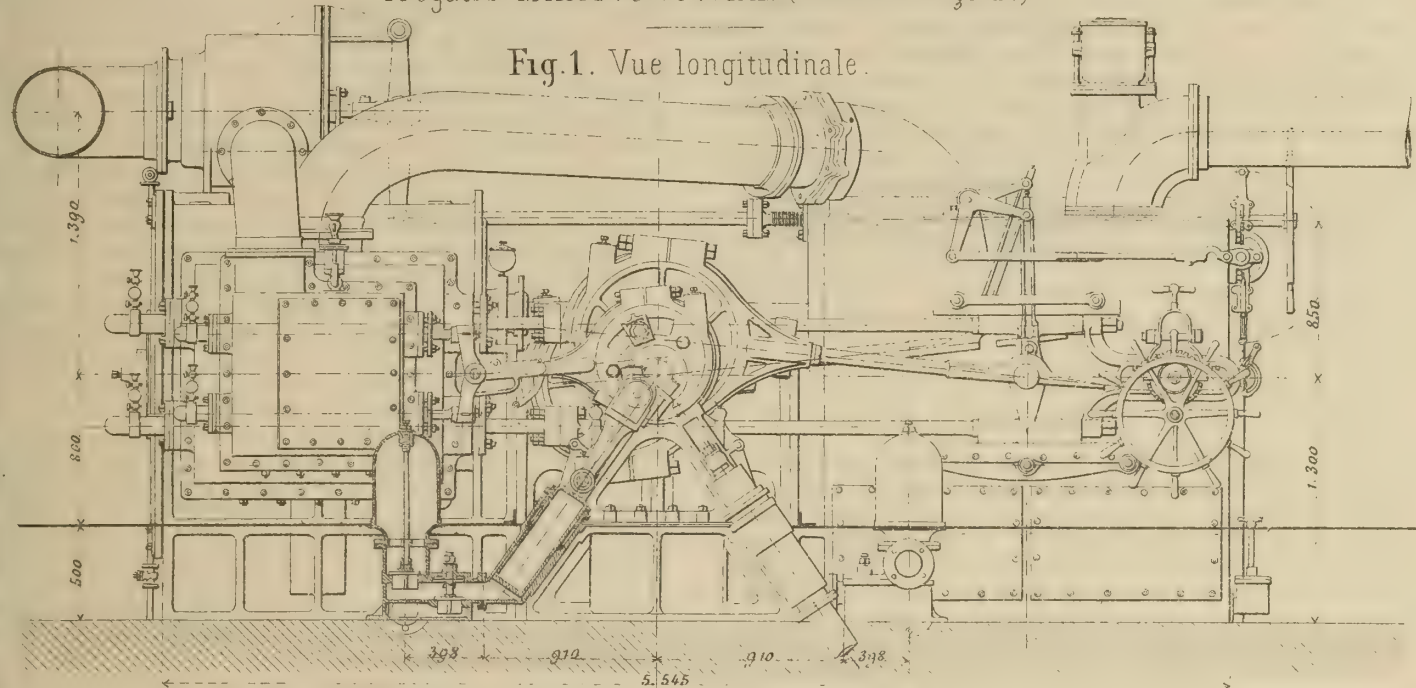
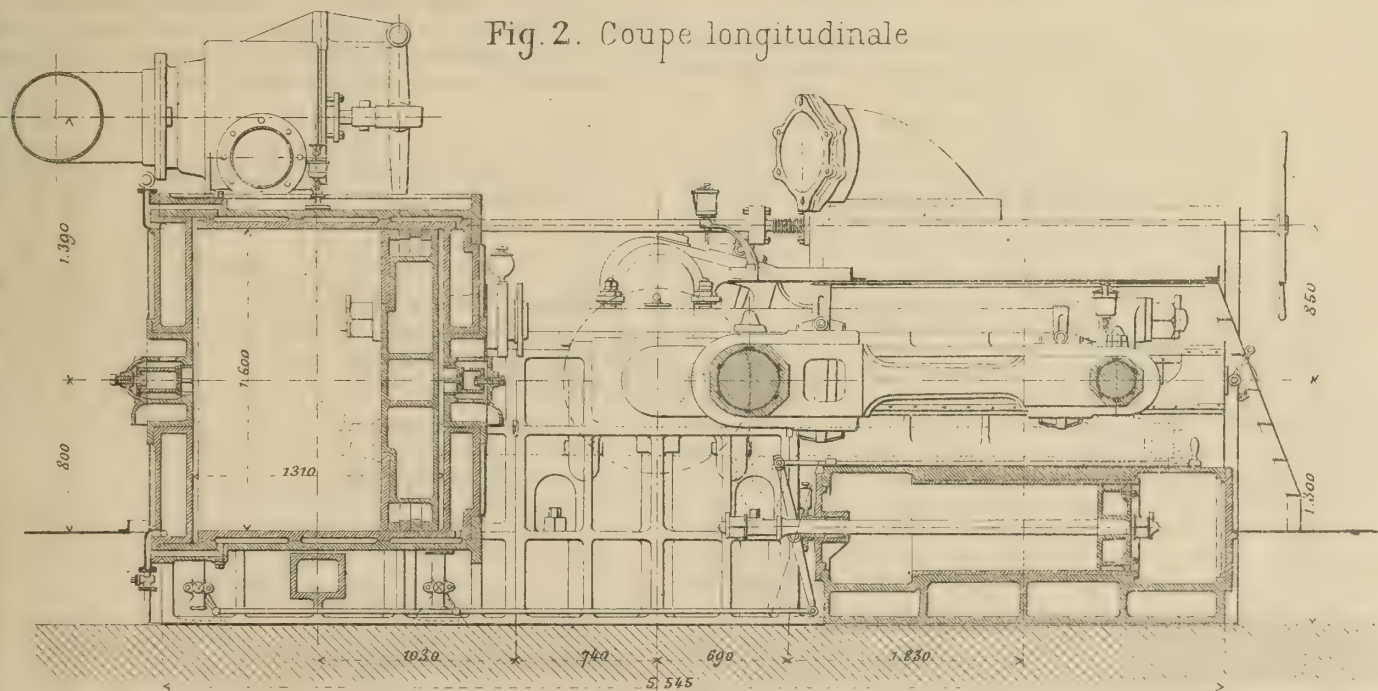


Fig.2. Coupe longitudinale



MACHINES

POIDS.

CHAUDIÈRES.

2 Machines horizontales accouplées à bielle renversée			6 Corps de chaudières tubulaires type bas.					
Force nominale.....	500 ^{C^x}	Course des pistons des pompes à air. 0 ^m 960	Machines.....	145.000 ^K	Pression absolue.....	2.75atm ^m	Longueur des tubes.....	2 ^m 000
Diamètre des cylindres.....	1 ^m 600	Orifice d'admission.....	Chaudières.....	155.000	Surface de chauffe.....	836 m. car	Nombre de tubes.....	1536 ^T
Diam. des pompes à air.....	0.460	— d° — d'émission.....	Eau.....	88.000	— d° — de grille.....	32,5 m. car	Diam. de la cheminée.....	2 ^m 250
Course des pistons à vapeur. 0 ^m 960		Nombre de tours par minute.....	Total.....	368.000 ^K	Diam. int. des tubes.....	0 ^m 070	Nombre de foyers.....	24

quart environ de cette somme a été souscrit par les habitants de Philadelphie, par actions de 50 dollars chacune. Le Congrès a fait une appropriation de 1 500 000 dollars (7 millions $\frac{1}{2}$ de francs) comme avance, la ville de Philadelphie une de 1 500 000 dollars, l'État de Pennsylvanie une de 1 000 000 de dollars (5 millions de francs); le reste a été fourni par des souscriptions particulières ou d'État en dehors de Philadelphie.

Au moment où il est question d'une nouvelle Exposition du même genre aux États-Unis, il est intéressant de rappeler quelques résultats de celle de Philadelphie.

L'Exposition de Philadelphie couvrait un espace de 236 acres (94 hectares), dont environ 71,50 acres couverts (soit 30 hectares). Elle a été ouverte six mois, du 10 mai au 10 novembre, et a été visitée par 9 916 966 personnes, dont 7 250 620 ont payé le prix ordinaire, 50 cents (2 fr. 50); 753 654 n'ont payé que le prix réduit de 25 cents (1 fr. 25); enfin 190 692 sont entrées gratis. Le plus grand nombre de visiteurs dans un mois a été de 2 663 911, en octobre; le nombre le plus faible pour un mois complet a été de 906 447; la moyenne par jour a été de 67 000, et le maximum de visiteurs dans une journée 274 919.

Au point de vue des résultats financiers, nous ajouterons que, toutes dettes payées, y compris l'avance faite par le Congrès, seulement 23 % environ du capital souscrit par les particuliers et l'État de Pennsylvanie ont été remboursés aux actionnaires avec intérêt, ainsi qu'il résulte du tableau suivant :

DÉPENSES	Dollars.	RECETTES	Dollars.
Bâtiments	5.248.000	Stock souscrit	2.312.000
Frais généraux, travaux préparatoires, récompenses, etc.	3.579.000	Recettes de l'Exposition.	4.821.000
TOTAL	8.827.000	Appropriation de Philadelphie.	1.500.000
Remboursé aux États-Unis	1.500.000	— des États-Unis	1.500.000
TOTAL GÉNÉRAL	10.327.000	— de l'État de Pennsylvanie.	1.000.000
			11.133.000
			10.327.000
			806.000

Balance payée aux actionnaires et à l'État de Pennsylvanie.

A New-York, avec une population double de celle de Philadelphie et des ressources financières autrement sérieuses, nous pourrions au besoin nous passer de l'aide de l'État ou des États-Unis, et, sans espérer atteindre le succès phénoménal que la France et Paris paraissent seuls capables de réaliser, nous pourrions prétendre, avec le concours de tous, à quelque chose digne de notre grande cité et qui ne paraîtrait pas trop déplacé à côté du modèle grandiose, du *Monumentum aere perennius* que votre capitale vient d'offrir au monde.

Veuillez agréer, etc.

AUGUSTE J. ROSSI,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
à New-York (U. S.).

INFORMATIONS

Projet de tour colossale pour l'Exposition de 1892, aux États-Unis.

Les Anglais ne sont pas les seuls à vouloir imiter la Tour Eiffel : les Américains se mettront probablement, à l'occasion de l'Exposition de 1892, de la partie, et l'un de leurs journaux, la *Press*, nous apporte les dessins d'un immense projet d'exposition pour le quatrième Centenaire de la découverte du Nouveau-Monde par Christophe Colomb. Nos lecteurs pourront juger, d'après la reproduction de ces dessins (fig. 1 et 2), si la coupole à jour qu'on se propose d'établir « éclipsera » comme l'affirme notre confrère de New-York, la tour de 300 mètres de notre Exposition de 1889.

M. A. de Graf Hinsdale, auteur du projet en question, émet l'idée originale, à coup sûr, sinon très pratique, de grouper tous les bâtiments de l'Exposition future d'une manière symétrique autour d'un énorme pylône métallique, relié au sol par des arcatures au nombre de quatre. Le premier affecterait la forme octogonale et mesurerait, de la base au dôme supérieur, une hauteur de 1 300 pieds, soit 400 mètres environ; les arcatures extérieures viendraient s'y souder à 330 mètres au-dessus du sol, et lui seraient encore reliées par d'autres à 150 mètres, ces dernières devant porter un immense plancher analogue à celui du premier étage de la Tour Eiffel, et destiné aux mêmes usages, concerts, restaurants, exhibitions de toute sorte, etc. Ce plancher serait assez vaste pour recevoir et laisser circuler tous les visiteurs d'une même journée, soit 300 000.

Les pieds des arcatures principales se trouveraient sur une circonférence de 760 mètres de diamètre, et c'est entre leurs retombées que seraient établis les bâtiments de l'Exposition (fig. 2). Des ascenseurs, au nombre de quatre par arcature, deux pour la montée et deux pour

la descente, conduiraient les visiteurs du sol à la plate-forme supérieure : la traction s'opérerait par un système funiculaire, avec voitures suspendues à des galets roulants sur une voie supérieure. De la plate-forme, seize autres ascenseurs amèneraient le public jus-

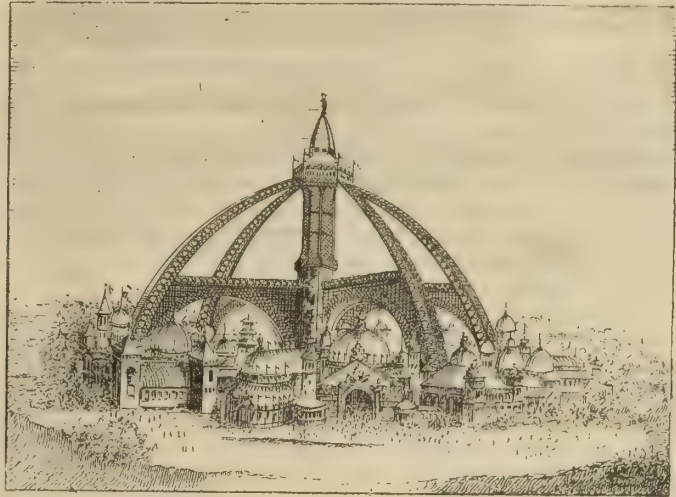


Fig. 1 — Projet de tour colossale pour l'Exposition de 1892, aux États-Unis. Élévation.

qu'au dôme. On y accéderait également par six ascenseurs partant du plancher situé à 150 mètres, au droit de chacune des arcatures basses; enfin, vingt autres ascenseurs fonctionneraient dans l'intérieur même du pylône central, depuis sa base jusqu'à son sommet. Le coût d'établissement s'élèverait à 50 millions de francs.

L'auteur a soin d'ajouter que son plan général vise un groupement

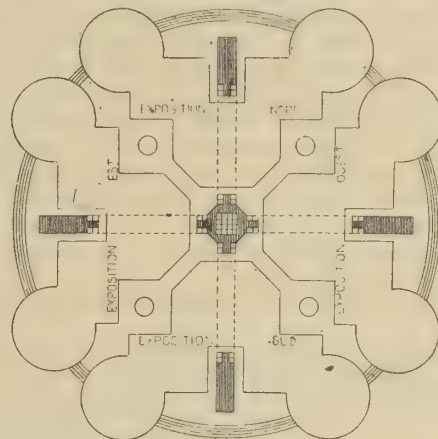


Fig. 2 — Projet de tour colossale pour l'Exposition de 1892, aux États-Unis. Plan.

symbolique des bâtiments, en orientant les arcatures dans la direction des quatre points cardinaux : on aurait ainsi dans le groupe nord, l'exposition des pays septentrionaux, et ainsi de suite. Le dôme serait surmonté d'une statue colossale de Colomb faisant face à l'ouest, et à la base de chaque arcature, des piédestaux supporteraient des groupes symbolisant le point de l'horizon qu'ils regarderaient. L'ensemble serait environné de jardins et éclairé la nuit à l'électricité.

M. Hinsdale attribue à son projet comme principal avantage celui de la compacité, et, par suite, de la facilité de visite. On peut affirmer, au contraire, avec l'expérience acquise dans les dernières expositions et surtout à celle de 1889, que la compacité poussée à un tel point donne lieu à des inconvénients de toute nature. Tout d'abord, la division symbolique se prêterait fort mal sans doute aux convenances particulières des divers peuples, car le groupement préconisé, s'il est symbolique, n'est pas moins artificiel. Les séparations entre les emplacements qui leur seraient affectés n'auraient à aucun titre le caractère de netteté si indispensable pour faciliter les visites, et il en serait de même pour les cloisons qui devraient distinguer les différentes industries des États-Unis eux-mêmes. Enfin, au point de vue architectural, l'agglomération présente encore le grave défaut de supprimer les perspectives, et l'absence d'un jardin central enlèverait tout intérêt aux façades intérieures, qui produisaient un si admirable effet au Champ de Mars, sans parler de l'impossibilité de recourir à toute décoration analogue à notre fontaine monumentale.

Quant à la tour, la description sommaire que nous venons d'en donner suffit pour la juger. M. Hinsdale n'a pas vu que ce qui permettait à la Tour Eiffel de ne pas écraser les bâtiments du Champ de Mars, c'était précisément son isolement; de plus, cet isolement faisait valoir ses formes d'une si ferme et si robuste élégance, et le dégagement de la base intérieure ajoutait encore à l'impression si favorable exercée déjà par l'aspect extérieur. Au lieu de s'élancer avec grâce vers le

ciel, sa tour semble en descendre lourdement pour étreindre entre ses arcatures les bâtiments juxtaposés.

Nous avons lieu de penser que nos collègues des États-Unis trouveront mieux, au point de vue artistique et architectural, que le projet sommaire que nous venons de relater.

G. R.

La mise en adjudication du monopole des allumettes.

Le monopole dont est investie la Compagnie des allumettes chimiques expire à la fin de l'année.

La question se posait de savoir si la concession actuelle serait renouvelée, ou bien si l'État se chargerait d'exploiter lui-même le monopole, ou bien encore si la liberté de fabrication et de vente serait rétablie. C'est une quatrième question qui a prévalu : le Ministre des finances a décidé la mise en adjudication de l'exploitation du monopole des allumettes chimiques.

Le cahier des charges de la nouvelle adjudication est en grande partie la reproduction de l'ancien ; voici les changements les plus importants :

D'après l'ancien cahier des charges, l'État, à l'expiration de la concession, était tenu de reprendre le stock des allumettes, quel qu'il fût. Un minimum était bien prévu pour ce stock, mais aucun maximum n'était stipulé, de sorte que l'État pouvait se voir en présence de stocks exagérés.

D'après le nouveau cahier des charges, le total des allumettes confectionnées constituant le stock à reprendre ne pourra être, pour chaque type, inférieur au cinquième ou supérieur au quart des quantités livrées à la consommation au cours du dernier exercice.

Dans le cas où cette dernière quantité serait dépassée, l'excédent ferait retour à l'État sans aucune indemnité.

Dans le cas, au contraire, où l'un des types autorisés n'atteindrait pas la quantité minima fixée ci-dessus, le concessionnaire serait tenu de payer une indemnité fixée par le Ministre des finances et pouvant aller jusqu'au cinquième du prix de vente aux consommateurs.

Dans le cas où le stock des produits confectionnés à reprendre, joint aux quantités mises en consommation au cours du dernier exercice, formerait un total dépassant 30 milliards d'allumettes, le concessionnaire aurait à payer à l'État, sur toute quantité dépassant ce dernier chiffre, la redevance proportionnelle déterminée par l'article 5.

L'État, grâce à ces modifications, cessera d'être exposé à des paiements considérables, le jour où il voudrait, conformément au cahier des charges, mettre fin à la concession.

A mentionner aussi l'abaissement à 5 % du maximum de la tolérance, qui était fixé de 5 à 10 %.

Le cautionnement à fournir est également abaissé de 10 millions à 5 millions.

La consommation servant de base au minimum de la redevance est réduite de 35 milliards à 30 milliards d'allumettes.

Une adjudication déterminera la redevance annuelle à payer à l'État.

Celle-ci restera fixe tant que la consommation sur le territoire français, constatée par les expéditions des fabriques, ne dépassera pas 30 milliards d'allumettes par an, et elle servira de base à l'établissement de la redevance proportionnelle due pour toute consommation annuelle supérieure à 30 milliards.

Cette redevance fixe, portant sur la totalité de la consommation, sera payable par douzièmes et à l'expiration de chaque mois. Toutefois, le paiement du premier douzième ne sera exigible qu'à partir du 1^{er} mai 1890. Il est bien entendu que ce délai n'aura pour résultat que de retarder de quatre mois le paiement de chacun des termes de la redevance stipulée par l'adjudication, dont le bénéfice restera acquis au Trésor, depuis le 1^{er} janvier 1890 jusqu'à l'expiration de la concession.

L'adjudicataire paiera, en outre, pour toute quantité mise en consommation au delà de 30 milliards d'allumettes par an, la redevance fixe afférente à cet excédent majoré de 10 %.

L'adjudication aura lieu le 21 décembre à dix heures du matin au Ministère des finances.

Le dépôt de garantie de chaque soumissionnaire est d'un million de francs.

Concours de meunerie à Santiago (Chili).

Le gouvernement de la République du Chili, désireux d'encourager le développement de l'industrie sur son territoire, se propose d'organiser des concours annuels destinés chacun à une branche spéciale de travail.

Le premier de ces concours aura lieu à Santiago, capitale de la République, en septembre 1890, et sera destiné à la meunerie, industrie considérée comme la plus importante du pays.

La fertilité du sol et la douceur du climat font du Chili un pays foncièrement agricole et, par ce fait, la culture du blé constitue un de ses principaux produits. La récolte annuelle atteint déjà dix millions d'hectolitres, et elle augmente rapidement avec l'immigration crois-

sante, et à mesure que la vaste zone sud du territoire (autrefois occupée par les Indiens, aujourd'hui sillonnée par de nombreuses voies ferrées et fluviales), se transforme par le travail en éléments nouveaux de richesse.

Le pays compte actuellement environ 750 moulins, la plupart établis d'après d'anciens systèmes de mouture et dotés depuis une jusqu'à vingt paires de meules. Tous emploient la force hydraulique naturelle puisée dans les nombreuses rivières et torrents qui sillonnent le territoire, de la Cordillère des Andes à l'Océan Pacifique.

Ces moulins travaillent à peine la moitié de la récolte ; la consommation intérieure satisfaite, l'excédent s'exporte en blé. Il y a donc un progrès sérieux à réaliser en établissant de nouveaux moulins au Chili ; la conversion du blé en farine amènerait une diminution du fret et une augmentation de la valeur intrinsèque de l'article exporté.

La Société de Fomento Fabril, institution officielle et créée, comme son nom l'indique, pour favoriser le développement des industries, a compris cette nécessité primordiale d'encourager la meunerie. A cet effet, elle organise le concours dont nous parlons, dans le double but de donner au pays une leçon démonstrative de l'emploi avantageux des systèmes en usage en Europe, et de procurer aux constructeurs un nouveau débouché, en faisant connaître pratiquement leurs appareils.

Voici les bases de ce concours :

1^o Le 15 septembre 1890 aura lieu à Santiago (Chili) un concours de moulins complets organisé par la Société de Fomento Fabril. Les fabricants qui désireront prendre part à ce concours devront se soumettre aux conditions suivantes :

2^o La Société fournira gratuitement le fret maritime du matériel depuis les ports d'embarquement d'Europe en communication régulière avec le Chili, jusqu'à Valparaiso, les frais de débarquement, de douane, et le transport de Valparaiso jusqu'à l'emplacement du concours ;

3^o La Société s'engage en outre à fournir à ses frais la force motrice et tout le blé nécessaire aux épreuves du concours ;

4^o Tout le matériel qui sera vendu ou qui restera plus de six mois dans le pays, à compter depuis l'ouverture du concours, aura à rembourser à la Société les frais correspondants de transport, de douanes, etc., déboursés et annotés dans l'article 2. Les objets qui seront renvoyés par les fabricants au port d'origine dans l'intervalle des six mois jouiront pour le retour en Europe des mêmes avantages que pour l'aller.

5^o Les constructeurs de moulins complets auront droit au transport d'aller et retour par vapeur, d'un ou deux contre-maitres pour l'installation et le fonctionnement de leur matériel ;

6^o La Société s'engage à fournir à ses frais tous les travaux nécessaires à l'érection, tous les matériaux d'installation étant au compte exclusif des concurrents ;

7^o Les fabricants désirant prendre part à ce concours devront adresser leur demande à la Légation du Chili, Paris, 36, rue Washington, avant le 15 décembre 1889. Cette demande devra être accompagnée d'un plan d'ensemble du moulin indiquant la force motrice nécessaire, le diamètre, largeur et nombre de tours de la poulie motrice, et un calcul approximatif du nombre, volume et poids des colis composant le matériel à expédier ;

8^o Le matériel des moulins qui auront été acceptés à figurer à ce concours, devra être rendu à Valparaiso, au plus tard, le 1^{er} juin 1890 ;

9^o Les conditions auxquelles s'assujettira le Jury (nommé par la Société de Fomento Fabril) seront la qualité, la quantité et le prix de revient du produit obtenu ;

10^o Un prix de vingt mille francs sera décerné par le Jury au moulin complet qui remplira les desiderata indiqués dans l'article 9. En cas qu'aucun moulin ne remplisse ces conditions, le Jury se réserve le droit de diviser cette récompense en deux prix de 14 000 francs et 6 000 francs, qui seront alloués aux deux moulins plus méritants. En toute circonstance, ces récompenses seront décernées.

Comme annexe au Concours de moulins complets, la Société de Fomento Fabril organise une exposition d'appareils et accessoires de la meunerie. Ces appareils et accessoires jouiront des mêmes privilèges indiqués dans les articles 2, 3 et 4, et devront s'assujettir aux clauses des articles 7 et 8.

La Société de Fomento Fabril s'engage à fournir le local et l'installation, et, si les fabricants le désirent, elle prendra à sa charge le fonctionnement des appareils. Dans ce dernier cas, ils devront joindre à leur demande une feuille d'explications pour le montage et la marche desdits appareils.

Pour cette exposition, un Jury nommé par la Société de Fomento Fabril, décernera des médailles et des récompenses honorifiques en rapport avec le nombre des exposants de chaque spécialité.

Le plus grand voilier du monde.

On vient de poser dans les chantiers de la Clyde la quille du plus grand voilier du monde, le cinq mâts en acier *France*.

Ce navire aura une jauge nette de 3 600 tonneaux et portera 6 160 tonneaux en lourd. Sa longueur est de 114^m 60, sa largeur de 15^m 60 et son creux de 10^m 28.

Ce voilier aura un double fond pour lest d'eau s'étendant de l'arrière à l'avant, et une cale étanche dans le milieu qui contiendra 1 200 tonnes.

Il sera divisé en huit compartiments.

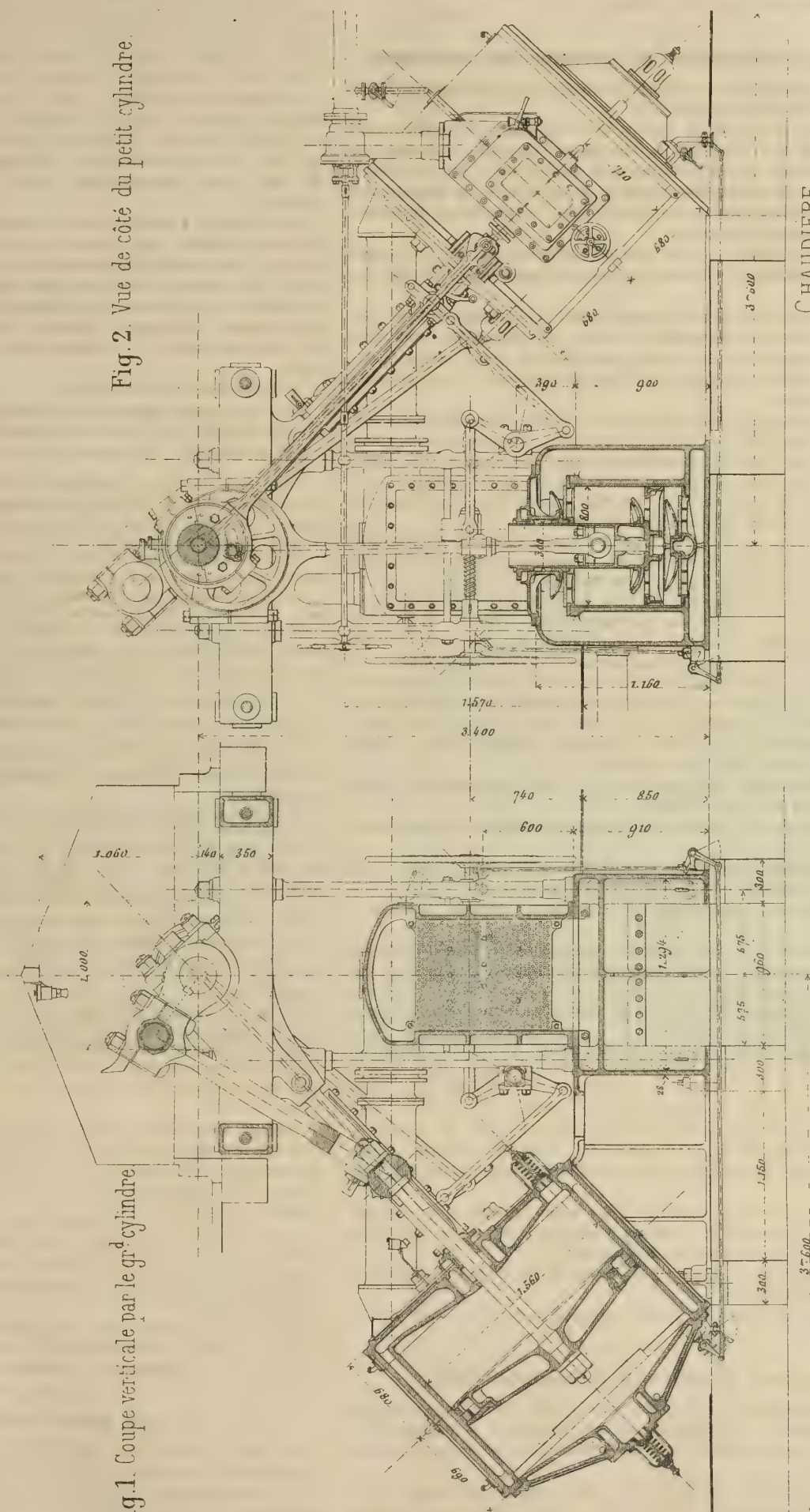
APPAREILS A AUBES DE 350 CHEVAUX.

Construits au Creusot en 1871

Aviso Antilope (Marine française)

Fig. 1. Coupe verticale par le gr^d cylindre

Fig. 2. Vue de côté du petit cylindre.



MACHINE

Machine à 2 cylindres inclinés à haute et basse pression.

Diamètre du petit cylindre.....	0 ^m .960	Diamètre de la pompe à air.....	0 ^m .800
— du grand cylindre.....	1.560	Coussin du piston de la p ^{re} à air.....	0.400
Course des pistons.....	1.000	Nombre de tours de la machine.....	24

ROUES

Diamètre des roues hors pales.....	5 ^m .000
Longueur des pales.....	2.000
Largeur des pales.....	0.500
Nombre de pales par roue.....	16

POIDS

Machine et roues.....	68000 k ^m
Chaudière.....	29000 k ^m

CHAUDIERE

Une chaudière cylindrique tubulaire à 3 foyers.

Pression absolue.....	5 kilog	Longueur des tubes.....	27 ^m .00
Surface de chauffe.....	145 m ²	Nombre de tubes.....	204
Surface de grille.....	5 m ² .70	Diamètre de la cheminée.....	0 ^m .900
Diamètre intérieur des tubes.....	0 ^m .070		

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LES INDUSTRIES MARITIMES DU CREUSOT

La machine.

(Planches V, VI, VII, VIII, IX et X.)

En 1907, c'est-à-dire dans 48 ans, on fêtera le centenaire de la machine marine. C'est en 1807, en effet, que Fulton faisait sur l'Hudson la traversée historique de New-York à Albany, avec le *Clermont*, le précurseur de l'immense flotte de steamers qui, sous tous les pavillons, sillonnent aujourd'hui les mers et les fleuves du monde entier. La machine s'est singulièrement perfectionnée depuis que le génie de Fulton créait le premier navire à vapeur mais le bâtiment de commerce et de guerre s'est modifié tout autant. La puissance de conception de l'architecte naval s'est accrue à mesure que le problème qu'il avait à résoudre s'élargissait. Obligé, pour perfectionner les appareils moteurs, de pousser plus loin qu'autrefois les études des phénomènes physiques et mécaniques, il a abordé dans le tracé des coques des solutions nou-

velles, conséquence des connaissances nouvelles qu'il était obligé de posséder. Fulton, Ericsson, Dupuy de Lôme, pour ne citer que les plus illustres, étaient aussi habiles dans l'art de la construction des machines qu'en construction navale. Fulton construisait de toutes pièces ses navires à vapeur. Ericsson, auquel on doit l'application pratique de l'hélice, était lui aussi un habile constructeur. Enfin Dupuy de Lôme a été un grand constructeur de machines et un grand Ingénieur : ainsi, quand il a proposé les plans du *Napoléon*, il voulait mettre sur ce navire une machine directement attelée sur l'arbre de l'hélice et dont il avait fait les plans. On ne l'écouta pas, et l'on mit à bord de ce vaisseau un appareil à engrenages d'un système défectueux ; on fut forcé d'en revenir plus tard aux idées de notre célèbre Ingénieur.

Mais si Fulton est vraiment le père de la navigation à vapeur, l'histoire nous apprend que quelques essais de navigation à vapeur avaient été tentés avant lui. Rappelons-les : Dans les *acta eruditorum* de Leipzig pour 1690, à la suite de la description de son moteur à vapeur, Papin décrit un projet de machine pour navire à vapeur qui n'est pas resté à l'état de conception, car il est avéré que notre illustre compatriote a fait construire, de 1606 à 1607, un bateau à vapeur qui a été détruit par les marins de Weser avant d'être mis en service. De Papin, on saute au marquis de Jouffroy et à Fulton.

« En 1781, dit M. le directeur des constructions navales Bienaimé (1),

dans l'excellent cours des machines qu'il a professé à l'Ecole du Génie maritime, — et à la suite de tentatives remontant à 1770, le marquis de Jouffroy fit marcher sur la Saône un bateau à vapeur d'environ 46 mètres de long et 4^m50 de large. Ce bateau, essayé à Lyon, renfermait deux machines distinctes. Les essais avaient bien réussi et leur procès-verbal fut transmis à l'Académie des Sciences en 1783 ; mais, sans qu'on puisse s'en expliquer les causes, le Gouvernement refusa de donner à Jouffroy le monopole de la navigation qui lui avait été promis en cas de succès. Découragé, l'inventeur abandonna la partie. Peu après survinrent les événements de la Révolution, et il émigra. »

Fulton fit en France quelques essais qui ne réussirent pas, mais, rentré dans son pays et avec la collaboration de Livingstone, il construisit le *Clermont*, qui franchit en 32 heures la distance qui sépare New-York d'Albany. De ce jour la navigation à vapeur était née. La machine adoptée par Fulton sortait des ateliers de Watt, et ce qui prouve combien elle approchait de la perfection, c'est que les appareils



FIG. 4. — USINES DU CREUSOT. — Vue des ateliers de construction.

qu'on emploie encore aux États-Unis dans la navigation fluviale présentent souvent les mêmes dispositions que dans les premiers bateaux de Fulton. Cinq ans plus tard, les Anglais lançaient à leur tour leur premier bateau à vapeur de rivière. Mais ce n'est qu'en 1818 qu'ils appliquèrent la vapeur à la navigation maritime.

En France, la patrie de Papin et du marquis de Jouffroy, les premiers bateaux de rivière à vapeur n'apparaissent qu'en 1823 ; quant à la navigation maritime, la vapeur ne donna de résultat satisfaisant que quand la Marine de l'État se décida à acheter en Angleterre la machine du *Sphinx*, mis sur chantier en 1830, sur les plans de M. Hubert, Ingénieur de la Marine.

Les premières machines des bateaux de rivière américains reproduisaient les principales dispositions de celles de Watt : elles actionnaient deux roues montées sur un arbre. La machine marine devait nécessairement s'inspirer de la machine de rivière, mais, peu à peu, elle s'affranchit du type primitif. Toutefois, la machine à balancier est demeurée longtemps en faveur. « Elle le devait, dit M. Bienaimé, à la douceur et à la régularité de ses mouvements, à l'équilibre de toutes les parties de son mécanisme, aux minimales pertes de travail résultant de ses frottements, et enfin, à la persistance de son bon état de fonctionnement, persistance due à ce que tous les organes fixes ou mobiles sont facilement accessibles, même en marche, et elle n'a été bannie des paquebots rapides du commerce que bien après que la machine à hélice l'eût remplacée dans la Marine militaire.

(1) M. Bienaimé est depuis peu directeur du matériel au ministère de la Marine.

Mais si les machines à balancier ont les avantages qu'on vient de dire, il n'en est pas moins vrai qu'elles ont promptement paru lourdes et encombrantes. Aussi les constructeurs se sont-ils constamment efforcés de leur substituer des appareils plus légers et moins volumineux, établis dans le système de la connexion directe, système où la tige du piston et la manivelle sont directement reliées par la grande bielle. »

Les machines à connexion directe sont venues après celles à balancier. Elles avaient l'avantage de simplifier le mécanisme et surtout d'être moins encombrantes, ce qui était très important, surtout sur les navires de commerce, toute la place économisée sur l'appareil moteur pouvant ainsi être affectée au chargement, c'est-à-dire au rendement utile du bâtiment.

Je ne décrirai pas ici les nombreuses combinaisons de machines à roues et à connexion directe dues à la fertilité d'esprit des Ingénieurs ; l'une des plus remarquables a été la machine à cylindres oscillants, qui a été portée à son plus haut point de perfection par le célèbre constructeur anglais Penn.

Mais les navires à roues ont de nombreux inconvénients, au point de vue militaire ; la nature même du propulseur oblige à placer une partie de l'appareil moteur au-dessus de la flottaison : il est ainsi très exposé aux coups de l'ennemi. Les roues et les tambours, qui sont visibles, occupent en outre, sur la longueur du navire, un espace considérable, où il est impossible de placer de l'artillerie. En conséquence, les bâtiments de guerre à roues avaient par le travers un armement très faible et ils étaient très vulnérables. Un coup heureux de l'ennemi dans les roues suffisait pour leur faire des avaries considérables et les mettre, au moins momentanément, hors de service. Ils étaient donc peu aptes au combat.

Au point de vue général, leur principal inconvénient consiste en ce que le fonctionnement des roues est toujours influencé par le plus ou le moins d'enfoncement des navires, la résistance augmentant avec la calaison et diminuant avec l'allègement. Dès lors, plus les traversées sont longues, plus l'utilisation du moteur est variable. Les bâtiments à aubes ne conviennent que pour des services de passagers et des traversées relativement courtes. Là ils rendent encore d'excellents services.

Les inconvénients des roues étaient tels, qu'on a cherché de bonne heure à les remplacer, et que des deux côtés du détroit on s'est efforcé d'introduire les propulseurs hélicoïdaux dans la navigation maritime. Étant placée sous la flottaison, l'hélice est à l'abri de l'artillerie ; elle permet de passer facilement de l'allure à la vapeur à celle sous voiles et, si l'on se reporte à une trentaine d'années en arrière, on peut dire que c'est cette condition qui a contribué à faire accepter par les marins la navigation à vapeur.

En Angleterre comme en France, il en a coûté beaucoup aux officiers d'abandonner le navire à voiles pour le navire à vapeur. Le bâtiment mixte, chez lequel l'hélice n'était qu'un auxiliaire, a été la transition indispensable entre le matériel du passé et celui de nos jours ; mais même avec l'hélice, la vapeur n'a d'abord été considérée que comme l'auxiliaire de la voile, celle-ci était utilisée toutes les fois qu'on le pouvait, celle-là exceptionnellement. Aujourd'hui, les rôles sont renversés, et l'on peut dire que la voile a presque disparu. Les machines marines ont été assez perfectionnées pour qu'on puisse se fier à elles, même quand le navire n'a qu'une hélice ; la certitude de faire route est absolue quand le bâtiment est, comme tous les nouveaux navires de combat, muni de deux hélices.

Deux Français, le capitaine du génie Delisle et Sauvage, sont à citer parmi ceux qui revendiquent l'honneur de l'application de l'hélice à la navigation ; mais il est juste de dire que c'est à l'Anglais William Smith et au célèbre Danois Ericsson que revient la gloire d'avoir fait entrer l'hélice dans le domaine de la pratique.

En 1840, l'*Archimède*, de 237 tonnes, construit sur les plans de Smith, par ordre de l'Amirauté, fit le tour de l'Angleterre, puis alla en Belgique et en Hollande avec une vitesse de 8 à 9 nœuds. En 1837, Ericsson avait, avec un propulseur hélicoïdal, imprimé une vitesse de 10 nœuds à un petit bâtiment. Deux ans plus tard, le *Stockton*, de 70 chevaux, construit à Londres sur les plans de ce grand Ingénieur, faisait la traversée d'Amérique sous le commandement du capitaine Crane. La preuve était ainsi faite des deux côtés de l'Océan Atlantique, et nous allions, nous Français, suivre le mouvement.

Ici il est curieux de noter que les deux premiers navires à hélice construits par notre marine existent encore : ce sont le *Corse* et la *Pomone*. Le *Corse*, aviso de 500 tonnes, sorti en 1843 des chantiers de M. Normand, le célèbre constructeur du Havre, a filé 11 nœuds aux essais. La *Pomone* sert actuellement de caserne flottante ; le *Corse* figure toujours sur la liste de la flotte.

La *Pomone* était une frégate à voiles sur laquelle on avait mis une machine à hélice de faible puissance, qui lui faisait filer de 7 à 8 nœuds. Elle a rendu de bons services dans les stations lointaines.

De même que la navigation maritime à roues avait emprunté les principales dispositions des machines de la navigation fluviale, de même le navire à hélice a appliqué d'abord des appareils moteurs qui dérivait de ceux du bâtiment à roues. Ainsi le type oscillant de

Penn a été installé sur de nombreux navires de guerre et de commerce.

Mais, tandis que les machines à roues, avec 15 à 20 tours par minute donnaient déjà des vitesses assez considérables, ces mêmes vitesses de piston étaient absolument insuffisantes pour utiliser convenablement l'hélice. On chercha alors le moyen d'augmenter le rendement utile du nouveau propulseur, et l'on ne trouva rien de mieux que d'interposer entre l'arbre de la machine et l'arbre de l'hélice les engrenages nécessaires pour imprimer au propulseur la vitesse de rotation convenable, sans que la machine accélérât son allure. Le nombre de tours de l'hélice ne dépassait pas alors 45 à 50 tours.

Comme il a été dit plus haut, Dupuy de Lôme avait proposé une machine directement attelée sur l'arbre de l'hélice de son *Napoléon*, l'un des plus beaux spécimens de l'art de la construction navale qui ait porté le pavillon d'une marine de guerre, mais il ne put réussir à convaincre les Conseils de la marine, et la première machine de ce beau vaisseau fut à engrenages. Elle a fait souvent de graves avaries, et, dans le cours de la guerre de Crimée, il a fallu renvoyer le *Napoléon* de Sébastopol à Toulon pour lui faire subir d'importantes réparations.

D'ailleurs, la plupart des navires à vapeur de cette époque avaient fréquemment leurs appareils moteurs hors de service, et c'était l'argument le plus solide que faisaient valoir les vieux officiers pour s'opposer aux progrès du nouveau matériel. La voile tirait ses dernières cartouches.

Avec l'hélice, on était entré franchement dans la voie féconde qui nous permet aujourd'hui de réaliser des vitesses de 20 nœuds et des traversées océaniques dans des conditions de temps et de sécurité inconnues, il y a vingt ans.

Les machines se perfectionnèrent et reléguèrent dans le passé les types adoptés par la navigation à roues. On essaya de nombreuses combinaisons, passant de deux à quatre cylindres horizontaux pour arriver au type compound à deux cylindres d'abord, puis à trois cylindres, tel qu'il est adopté. Actuellement, les machines horizontales perdent du terrain dans la marine de guerre devant les appareils à pilon, qui s'étaient vite généralisés dans la marine du commerce. Les chaudières progressent aussi : on est passé des basses pressions à celles de 3 à 4 kilogr., pour arriver aujourd'hui à 10 et 12 kilogr.

La consommation de charbon a diminué à mesure qu'on s'éloignait des types primitifs. Dans les appareils à balancier, elle est estimée à environ 3 kilogr. par cheval indiqué et par heure, tandis que le poids de l'appareil, toujours par cheval indiqué, peut être évalué à 500 kilogr. environ. Dans les machines à connexion directe, qui succèdent aux appareils à balancier, le mécanisme s'allège, la pression augmente ; le poids total oscille autour de 360 kilogr. par cheval ; la consommation varie de 2 à 3 kilogr., peu différente, en réalité, de ce que donnaient les machines précédentes.

L'emploi de l'hélice, combiné avec de nouveaux accroissements de la pression aux chaudières, fait tomber jusqu'à 220 kilogr. le poids de l'appareil par cheval indiqué. Quant à la consommation de charbon, elle s'abaisse successivement à 2 kilogr., 1^k 8, et enfin, dans quelques cas, à 1^k 65, pendant que la pression, montant toujours, arrive à 1^k 80 par centimètre carré aux soupapes. Les vitesses de rotation augmentent rapidement. On adopte le condenseur à surface.

Avec le système Woolf, la consommation de charbon baisse à 1^k 40, et, en usant du condenseur à surface, on tombe à 1^k 10, puis à 1 kilogr. Aujourd'hui, avec la triple détente et des pressions élevées aux chaudières, on réalise des utilisations de combustible très remarquables, dans les 700 grammes par heure et par cheval. Enfin, c'est entre 190 et 200 kilogr. par cheval indiqué qu'oscillaient les grands appareils mis en service depuis quelques années dans notre marine militaire, avant la généralisation du tirage forcé.

Parallèlement, le nombre de tours augmente et, de 45 à 50 tours, il passe à 70 tours, comme on le constate sur le *Redoutable*, puis à 80 tours pour le *Formidable*. Actuellement on pratique des vitesses plus grandes encore : ainsi le *Magenta* donnera 90 tours ; c'est l'allure des machines des cuirassés les plus modernes. On demande aux machines des croiseurs des vitesses de rotation de 140 tours et plus.

Dans les nouveaux appareils, l'acier tend de plus en plus à se substituer au fer et à la fonte, mais il est un écueil dont il faut se garer à tout prix. On va trop loin dans la recherche de l'économie du poids des appareils à vapeur destinés à la navigation maritime ; on cherche trop à le diminuer, ou, ce qui revient au même, à mettre dans une coque de déplacement donné des machines devant développer une trop grande puissance. Pour cela, on réduit sur tous les échantillons des coques et des machines, se fiant à l'excellence du métal, réclamant de celui-ci des efforts trop voisins de sa limite de résistance. On se joue de toutes les difficultés, et on se prépare ainsi de graves mécomptes.

Le navire de guerre, pas plus que le bâtiment de commerce, n'est un cheval de course ; il peut être appelé à fournir un effort extraordinaire pendant quelques heures, mais il doit avant tout être solidement construit en toutes ses parties. C'est un outil de travail déjà assez com-

pliqué pour qu'on facilite par tous les moyens la tâche de ceux qui sont appelés à s'en servir dans les conditions les plus variées, de tout temps, par calme, comme pendant la tempête, sous toutes les latitudes du globe, dans les pays froids et tempérés, où l'homme est en possession de toute sa force physique et de toute son intelligence, comme dans les pays chauds, où il subit les influences de températures toujours très énervantes.

En ces dernières années, sous l'influence d'idées qui prévalaient en Angleterre et contre lesquelles on réagit aujourd'hui de l'autre côté du détroit, nous avons voulu économiser le poids quand même. De là de sérieux mécomptes pour les constructeurs de machines pendant les essais, de plus sérieux pour la marine, qui a presque toujours des navires immobilisés à la suite de graves avaries de machines.

Les diminutions des échantillons de coque, les réductions opérées dans les poids des chaudières et des machines, dans les liaisons, afin d'accroître la puissance à emmagasiner, ont été corrélatives avec les accroissements des vitesses de piston. Comme conséquence, des vibrations dangereuses ont souvent déjoué les prévisions des constructeurs et compromis l'emploi des appareils les mieux étudiés.

On a trop osé, car ce n'est pas sans difficultés qu'on peut passer des vitesses de 14 à 15 nœuds à celles de 18 à 20 nœuds qu'on réalise aujourd'hui. Des phénomènes nouveaux ont été observés, qui demandent

du cuirassé l'*Océan*, qui datent de 1869, ont développé 3781 chevaux; le croiseur à batterie le *Duquesne* a donné 8 611 chevaux; le cuirassé le *Formidable* en a réalisé 9687 au tirage forcé. La progression est constante, et sur les cuirassés-monstres de 14000 tonnes que les Anglais mettent actuellement en construction, les machines doivent développer 20000 chevaux. Les puissances de 10 et 12000 chevaux se rencontrent sur nombre de croiseurs. Il y a donc dans les progrès réalisés par les machines de quoi satisfaire les exigences les plus légitimes, et pourquoi alors compromettre le présent et même l'avenir, par des ambitions exagérées et par des imprudences dangereuses?

Je ne veux faire ici le procès de personne, je ne veux pas davantage m'étendre sur une question des plus complexes et qui mériterait d'être traitée par les plus éminents des Ingénieurs. Néanmoins, je ne puis m'empêcher de faire remarquer que le mal dont souffrent toutes les marines militaires provient d'une erreur de conception. Les auteurs des plans des nouveaux bâtiments et surtout des croiseurs et des torpilleurs, ont cherché à entasser le plus grand nombre possible de chevaux-vapeur dans des coques de dimensions restreintes; ils ont admis *a priori* que divers points étaient acquis, tandis qu'il eût fallu faire d'abord la preuve que les solutions qu'ils proclamaient étaient du domaine de la pratique. Ils ont alors imposé aux constructeurs des chaudières et des machines, des poids et des emplacements qui étaient

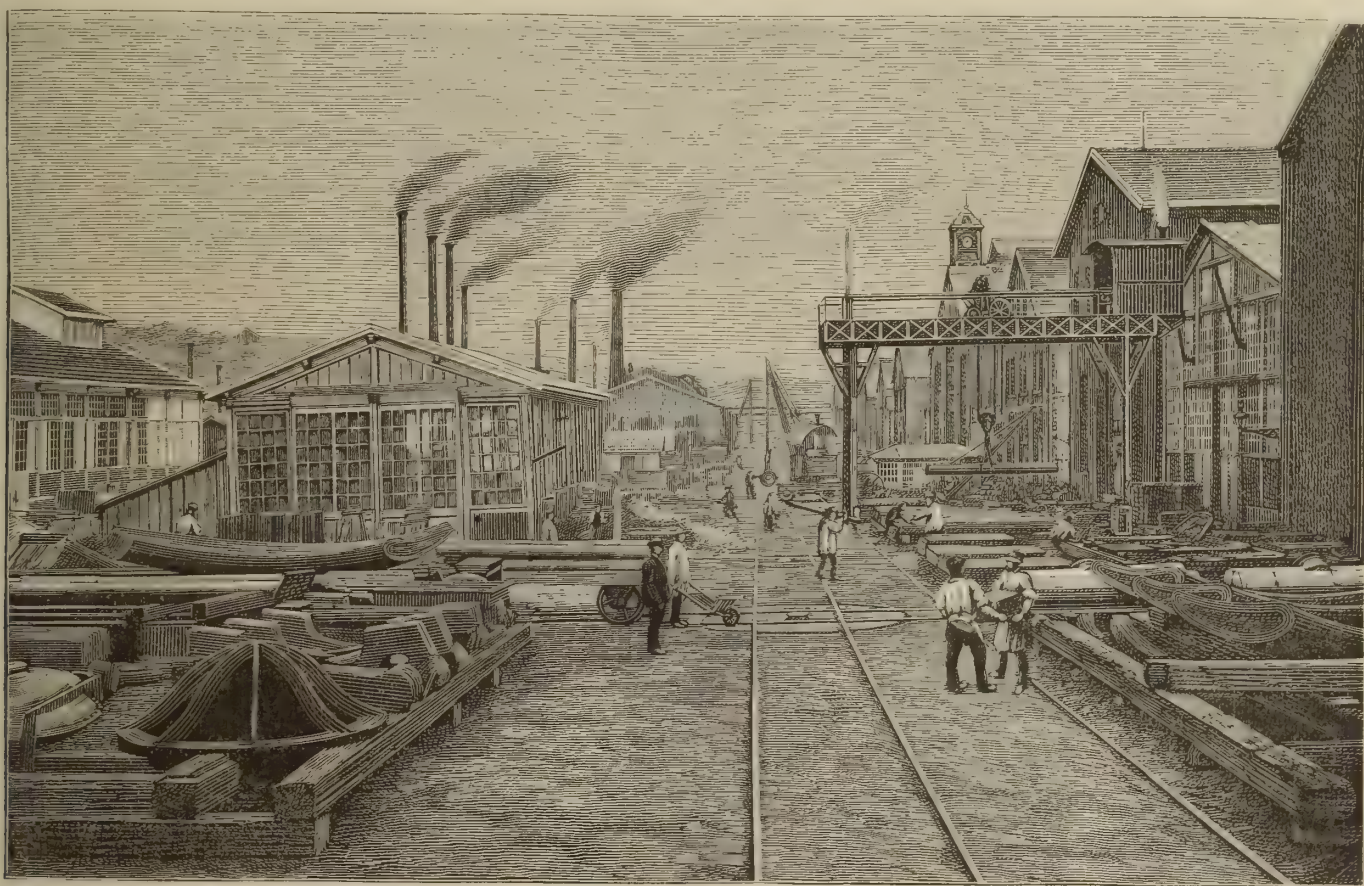


FIG. 2. — USINES DU CREUSOT. — Vue des ateliers de construction.

certaines précautions, certains perfectionnements d'ordre secondaire, lesquels importent cependant à la bonne conduite des appareils moteurs. C'est à vaincre ces difficultés qu'on travaille journellement en France et en Angleterre.

Certes, chaque jour, l'homme triomphe de la matière, chaque fait amène son enseignement; mais si, grâce à ses hardiesses de conception, le progrès se manifeste avec une ampleur inconnue de nos pères, il ne faut pas oublier que l'armement naval d'un pays et sa défense maritime peuvent être compromis par un état expérimental tel que celui qu'on constate actuellement, et qu'au jour de la lutte, un bâtiment bien armé, muni d'une machine robuste, largement calculée, soutiendra l'honneur du pavillon, tandis que le navire de course, capable de fournir une vitesse plus grande pendant quelques instants, grâce à la légèreté de tous ses organes, aura bien des chances de faire une de ces avaries qui peuvent contribuer à sa perte.

C'est la recherche du nœud en plus qui est cause de tous les mécomptes. Il me serait facile de citer des croiseurs qui enlèvent sans rien forcer leurs 19 nœuds, et qui succombent à la peine dès qu'on veut leur faire filer 19 nœuds $\frac{1}{2}$ et 20 nœuds. Et n'est-ce pas une folie de compromettre ainsi un bâtiment qui coûte plusieurs millions et représente une partie des forces nationales? Sachons donc nous modérer. Quand on considère le chemin parcouru depuis l'application de l'hélice à la navigation maritime, on constate que les machines de nos meilleurs vaisseaux à hélice développaient moins de 3000 chevaux; celles

insuffisants, non pas seulement pour la sûreté du service courant, mais même pour réaliser les conditions fixées dans la période d'essais. Chaudières trop faibles pour supporter les efforts demandés; machines trop légères, trop encombrées, d'un accès et d'une surveillance très difficiles: voilà ce qu'on trouve dans la plupart des nouveaux bâtiments.

Aussi les accidents se multiplient-ils, déjouant les prévisions des constructeurs les plus éminents, et les faisant hésiter sur les remèdes à apporter afin de réaliser les desiderata des auteurs des plans. Comme je le disais, ce sont les Anglais qui ont été les initiateurs de ces dangereuses innovations; nous savons aujourd'hui ce qu'il nous en coûte de les avoir imités. Avec nos budgets relativement faibles et notre système de construction lente, nous avons grand-peine à réparer nos erreurs; de l'autre côté du Déroit, il en est autrement: un lot de bâtiments est-il manqué, on en jette deux sur les chantiers, en tenant compte des fautes commises; on arrive ainsi à des résultats satisfaisants. Sachons donc rester nous-mêmes; étudions ce que font nos voisins d'outre-Manche, mais ne nous engouons pas de tout ce qui sort de leur imagination. Ils poussent souvent la hardiesse jusqu'à l'imprudence. Notre bon sens national nous a garés plus d'une fois de certains écueils dans lesquels ils sont tombés; c'est pour avoir été des imitateurs serviles d'idées qui avaient cours en Angleterre, que nous peinons maintenant sur tant de navires qui devraient être en service, et dont les essais se poursuivent péniblement. Ne l'oublions pas.

Cela dit, j'arrive aux usines du Creusot et à leurs machines.

Malgré des résistances acharnées, la nécessité d'acclimater en France la construction des navires à vapeur s'imposa à l'administration de la flotte : d'une part, elle créa à Indret un outillage complet ; d'autre part, elle demanda une participation active à l'industrie, et nous vivons depuis lors sous cette sorte de régime mixte, l'Etat faisant exécuter ses travaux de machines conjointement par l'établissement d'Indret et par les grandes usines spéciales.

Le Creusot a toujours tenu une place de premier ordre parmi ces dernières, et quand on visite ses immenses ateliers, on est frappé de l'importance de son service des machines destinées à la navigation. Les salles d'études, avec leurs nombreux dessinateurs, les locaux consacrés aux archives des appareils nautiques, suffisent pour en donner une idée.

Depuis le jour où il a traité pour son premier appareil moteur de navigation, le Creusot a reçu en commande plus de 260 000 chevaux-vapeur, tant pour la marine militaire que pour la marine marchande de haute mer et fluviale ; aussi croyons-nous qu'un aperçu du développement de cette branche des industries mécaniques du Creusot intéressera nos lecteurs.

MM. Schneider devinrent propriétaires du Creusot en 1837, l'année même où Ericsson, comme nous l'avons vu plus haut, faisait sa première application de l'hélice. Les ateliers du Creusot étaient alors peu importants, la construction des machines à vapeur à peu près limitée à ce que demandaient l'exploitation des mines et la fabrication de la fonte et du fer.

Pressentant le développement que devait donner à l'industrie des machines la création de moyens de transport nouveaux, navigation à vapeur d'une part, chemins de fer de l'autre, MM. Schneider se préoccupèrent aussitôt d'organiser des ateliers et un outillage pour la construction des locomotives et des appareils moteurs de bateaux. Ils créaient en même temps sur la Saône, à Chalon, un chantier de construction de coques.

Deux ans après, ils livraient leur première locomotive et leur premier bateau à vapeur. La locomotive allait prendre son service sur notre première ligne de chemins de fer que l'on devait voir fonctionner à Paris, celle de Saint-Germain. Quant au bateau, il était livré à la Compagnie des Gondoles de la Saône, qui venait de se constituer pour faire un service de transports à vapeur entre Gray et Lyon.

A partir de ce moment, le Creusot entre en relations avec la Marine pour ses fournitures d'appareils moteurs et devient, ce qu'il est encore aujourd'hui, l'un de ses plus importants collaborateurs.

En dehors des appareils construits pour la Marine française, MM. Schneider ont exécuté des machines soit pour des marines militaires de l'étranger, soit pour des Compagnies de navigation à vapeur en France, en Espagne, en Russie, au Japon, en Chine, etc., et, tout récemment, le Creusot a expédié, pour une canonnière chinoise en construction à l'arsenal de Fou-Tchéou, un appareil à deux hélices de 2 400 chevaux.

Dans la seule période de 1840 à 1855, au moment où la navigation fluviale prenait un essor considérable, MM. Schneider ont en outre construit, dans leurs chantiers de Chalon-sur-Saône, plus de 60 navires à vapeur, représentant une puissance totale de plus de 20 000 chevaux. Ces navires ont été envoyés un peu partout en Europe, sur le Rhône, la Saône, le Doubs, la Moselle, la Seine, le Rhin, le Pô, l'Ebre, le Danube, la Néva, le Volga. L'un d'eux a fait un service sur le Nil. Un certain nombre de ces bateaux fonctionnent encore avec leur machine primitive. Il faut ajouter que, presque dès le début, MM. Schneider ont conçu et réalisé un type d'appareil moteur pour la navigation fluviale absolument remarquable par sa solidité et sa légèreté, et qu'il n'a pour ainsi dire rien été fait de mieux depuis lors.

On trouvera à la fin de cette étude une liste complète des appareils moteurs exécutés par le Creusot, avec les dates des commandes et les puissances en chevaux de ces machines.

Mais ici nous parlerons plus spécialement des appareils moteurs de navires construits pour la Marine militaire française. Nous joignons à cette notice un certain nombre de reproductions de plans, qui permettront de saisir les caractéristiques des appareils successivement exécutés et d'en suivre plus facilement l'énumération. Parmi ces plans, on remarquera un spécimen des nombreux appareils de tout genre construits au Creusot pour les grandes manutentions des ports.

Le premier marché passé entre la Marine française et le Creusot remonte à 1839. Il s'agissait de la fourniture de deux appareils à roues d'une puissance nominale de 220 chevaux, destinés aux corvettes le *Pluton* et l'*Archimède*, en construction à Rochefort.

En 1840, la Marine commande à MM. Schneider trois appareils à roues pour les frégates à roues le *Labrador*, le *Canada* et le *Caribée*. Voici les données principales de ces appareils (voir planche V, *Labrador*) :

Machine à balancier à un seul cylindre et à roues.

Cylindre vertical attaquant l'arbre par deux balanciers placés à la partie inférieure. Bielle directe.

Distribution par déclié et tiroirs. Condensation par mélange.

Puissance nominale, 450 chevaux.

Nombre de tours par minute, 15.

Chaudières tubulaires.

Poids total, machines, chaudières et eau, 605 tonnes.

Poids par cheval nominal, 1 344 kilogr.

— — — indiqué de 75 kgm., 448 kilogr.

Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 1^m 15.

Les navires dont je viens de parler ont fait pendant nombre d'années un service de paquebots transatlantiques pour le compte de l'Etat. Il n'était pas encore question à ce moment de former des Compagnies privées capables de décharger l'Etat d'un service de voyageurs et de marchandises dont le besoin s'imposait cependant.

Les frégates l'*Orénoque* et l'*Albatros*, construites par le port de Toulon et dont les appareils, semblables aux précédents, furent également commandés au Creusot, en 1840, ont eu à jouer un rôle identique.

Presque au même moment, MM. Schneider construisaient l'appareil moteur d'une nouvelle corvette, le *Cassini*.

Peu après, un appareil de 320 chevaux nominaux leur était commandé pour le yacht royal le *Comte d'Eu*, devenu plus tard le *Patriote* et ensuite la *Reine-Hortense*. Ce fut la première machine à hélice construite par le Creusot.

L'appareil du *Mogador* (1846) comportait les données suivantes (planche VI) :

Machine verticale à deux cylindres oscillants égaux accouplés et à roues.

Distribution par déclié et tiroirs. Condensation par mélange.

Puissance nominale, 650 chevaux.

Nombre de tours par minute, 20.

Chaudières tubulaires.

Pression de la vapeur aux chaudières, 2^{atm} 1/2.

Poids total : machines, chaudières et eau, 476 tonneaux.

Poids par cheval nominal, 732 kilogr.

— — — indiqué de 75 kgm., 244 kilogr.

Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 2 mètres.

L'appareil du *Mogador* a été pendant longtemps considéré comme l'un des meilleurs de la flotte militaire.

En même temps que la machine du *Mogador*, MM. Schneider construisirent celle du *Caton*, corvette en fer construite à Toulon, puis un appareil à roues pour la corvette le *Berthollet* (Rochefort).

Ce dernier appareil se composait des éléments suivants :

2 machines verticales à un seul cylindre, accouplées, à bielles directes. Distribution par déclié et soupapes. Condensation par mélange.

Puissance nominale, 400 chevaux.

Nombre de tours par minute, 20.

Chaudières tubulaires.

Pression de la vapeur aux chaudières, 2 atmosphères.

Poids total : machines, chaudières et eau, 336 tonneaux.

Poids par cheval nominal, 840 kilogr.

— — — indiqué de 75 kgm., 280 kilogr.

Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 1^m 133.

L'appareil du *Berthollet* est la dernière machine à roues importante, construite par MM. Schneider pour la marine militaire. A partir de ce moment, nous n'allons plus trouver, sur la liste des commandes de la marine au Creusot, que des appareils à hélice.

La série commence par la machine de 400 chevaux nominaux du *Laplace*, corvette construite à Lorient.

En 1852, MM. Schneider reçoivent la commande de quatre appareils de 650 chevaux nominaux, destinés aux vaisseaux de ligne *Annibal*, *Wagram*, *Fleurus* et *Navarin*.

Au moment de la guerre de Crimée, on mit en construction, dans les ports de l'Océan, des bâtiments spéciaux, appelés « batteries flottantes » qui, on le sait, furent les premiers spécimens de navires cuirassés. Il fallait construire très rapidement, et MM. Schneider furent chargés de fournir les appareils moteurs à deux hélices pour les cinq batteries flottantes *Lave*, *Tonnante*, *Foudroyante*, *Dévastation* et *Congreve*. En voici les principaux éléments (voir planche VII, *Lave*) :

Puissance nominale des machines, 150 chevaux.

Nombre de tours par minute, 80.

Chaudières tubulaires.

Pression de la vapeur aux chaudières, 2^{atm} 75.

Poids total : machines, chaudières et eau, 122 tonneaux.

Poids par cheval nominal, 813 kilogr.

— — — indiqué de 75 kgm., 271 kilogr.

Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 2 mètres.

En même temps que les précédents, MM. Schneider fournissaient douze appareils moteurs pour les canonnières suivantes : *Flèche*, *Alarme*, *Fusée*, *Mitraille*, *Dragonne*, *Fulminante*, *Aigrette*, *Avalanche*, *Étincelle*, *Éclair*, *Grenade* et *Flamme*.

Les hélices de ces machines étaient actionnées par un jeu d'engrenages.

Après la guerre de Crimée, le Creusot continua à prendre une part importante dans la construction de la flotte militaire. Il fournit successivement les appareils des frégates de premier rang *Impératrice-Eugénie*, *Foudre* et *Ardente* ; ceux des transports *Garonne*, *Rhône*, *Jura*,

Calvados, Aube, Finistère; des frégates de deuxième rang *Zénobie, Bel-lone, Danaë, Renommée, Pandore* et des frégates de premier rang *Guerrière, Hermione, Junon, Pallas, Victoire, Sémiramis*.

Vinrent ensuite (1859-1860), les machines de la canonnière *Comète*, de la frégate *Clorinde*, des transports *Allier, Ardèche, Drôme, Eure, Orne et Var*; puis (1861), les appareils des canonnières *Décidée, Pique, Surprise et Tactique*.

Voici les principaux éléments de la machine de la *Décidée* (pl. VIII) :

Machine horizontale à deux cylindres égaux accouplés et à hélice.
Transmission par engrenage.
Bielles directes. Distribution par coulisses et tiroirs. Condensation par mélange.
Puissance nominale, 60 chevaux.
Nombre de tours par minute de la machine, 60.
Nombre de tours par minute de l'hélice, 120.
Chaudières tubulaires.
Pression de la vapeur aux chaudières, 2^{me} 75.
Poids total : machine, chaudière et eau, 55 tonnes.
Poids par cheval nominal, 917 kilogr.
— — — indiqué de 75 kgm., 306 kilogr.
Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 1^{re} 3

Voici les données principales de l'appareil moteur de l'*Océan* :

Machine horizontale à trois cylindres égaux.
Admission dans le cylindre central, émission dans les cylindres extrêmes. Bielles en retour. Distribution par engrenages et tiroirs. Condensation par mélange.
Puissance nominale, 950 chevaux.
Nombre de tours par minute, 56. Chaudières tubulaires à retour de flammes.
Pression aux chaudières, 2 atm. 75.
Poids total : machines, chaudières et eau, 824 tonnes.
Poids par cheval nominal (de 300 kgm.), 867 kilogr.
— — — indiqué de 75 kgm., 217 kilogr.
Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 2^{me} 427.

Avec l'*Océan*, nous voyons déjà s'accroître la vitesse du piston et diminuer le poids par cheval. Nous allons bientôt constater le développement de cette tendance.

Le Creusot construisit encore à la même époque les machines des canonnières *Aspic, Frelon, Scorpion et Couleuvre*.

En 1867, il construisit les appareils destinés aux avisos *Dayot, Bouraine et Segond*, en construction à Nantes.

De 1868 à 1874, les constructions pour la marine militaire sont

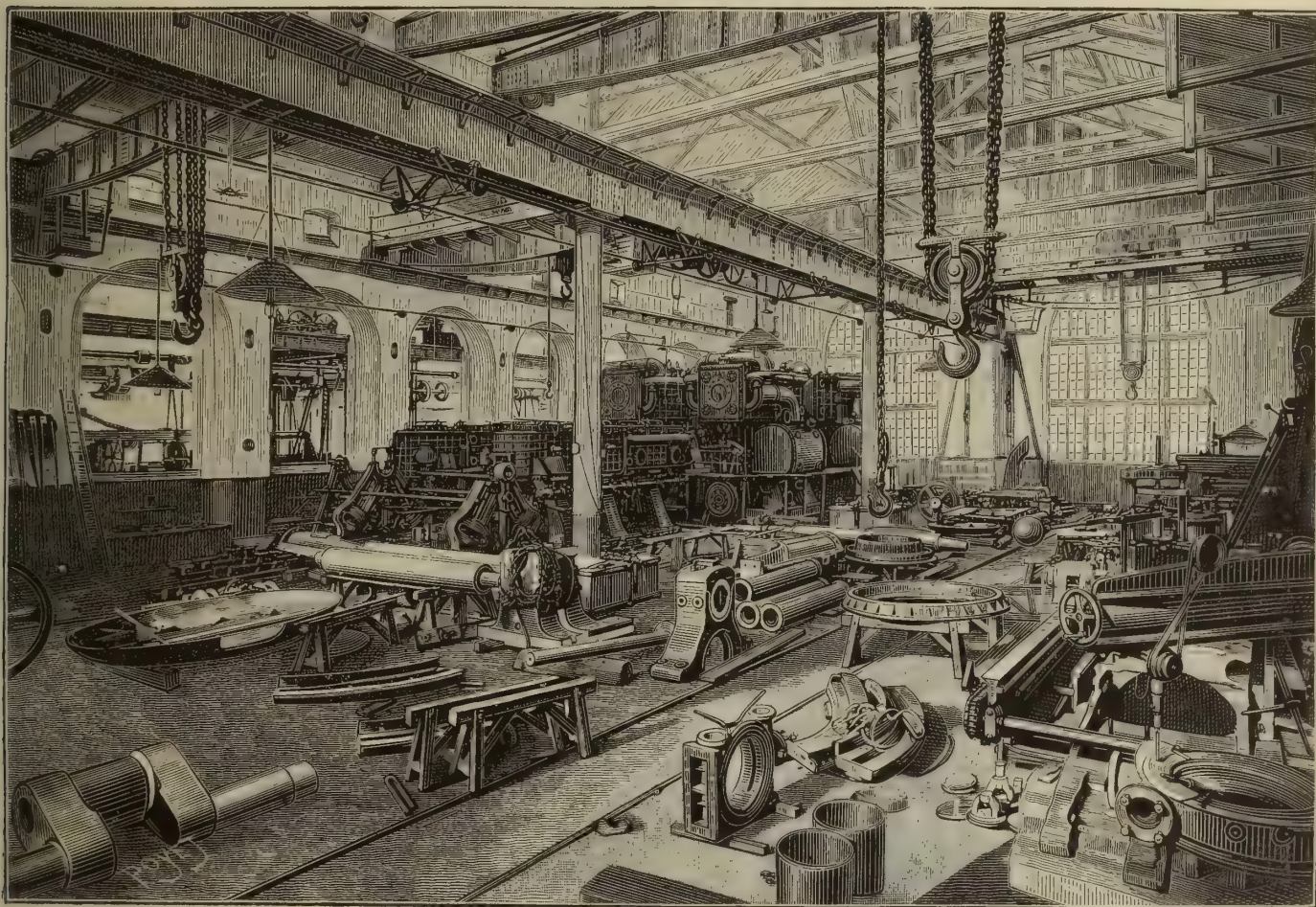


FIG. 3. — USINES DU CREUSOT. — Vue intérieure de l'atelier de montage des appareils de marine.

L'appareil du croiseur la *Minerve* a été construit en 1863 en même temps que celui de la *Vénus*; en voici les principaux éléments (pl. IX) :

Machine horizontale à deux cylindres égaux accouplés, avec bielles en retour. Distribution par déclie et tiroirs. Condensation par mélange.
Puissance nominale, 500 chevaux.
Nombre de tours par minute, 60.
Chaudières tubulaires.
Pression de la vapeur aux chaudières, 2^{me} 75.
Poids total : machine, chaudières, eau, 368 tonnes.
Poids par cheval nominal, 736 kilogr.
— — — indiqué de 75 kgm., 245 kilogr.
Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 1^{re} 920.

Cette longue série nous conduit en 1862.

C'est à cette époque que MM. Schneider, parallèlement aux grandes machines destinées aux navires que la Compagnie Transatlantique construisait pour le service postal entre la France et l'Amérique, exécutent pour la marine militaire les appareils de la canonnière *Diligente* et des batteries flottantes *Arrogante, Implacable, Opiniâtre, Embuscade, Imprenable, Protectrice, Refuge*.

En 1866, ils reçoivent la commande des appareils de l'*Océan*, cuirassé d'escadre, du *Cerbère*, garde-côtes cuirassé, et de l'*Armide*, corvette cuirassée. Les machines de l'*Océan* et du *Cerbère* figurèrent à l'Exposition universelle de 1867.

presque nulles. On traverse une période d'arrêt due principalement aux événements de 1870-71. D'ailleurs, pendant la guerre, les ateliers de construction du Creusot furent à peu près transformés en arsenal, en ce sens qu'on y exécuta surtout du matériel de guerre. La construction des appareils des avisos à roues *Pétrel* et *Antilope* date cependant de cette époque.

Voici les éléments principaux de la machine de l'*Antilope* (pl. X) :

Machine inclinée; à deux cylindres compound, avec bielles directes. Distribution par coulisses et tiroirs. Condensation par surface. Pompes de circulation, indépendantes.
Puissance nominale, 350 chevaux.
Nombre de tours par minute, 24.
Chaudières cylindriques tubulaires à foyers intérieurs et à retour de flammes.
Pression de la vapeur aux chaudières, 5 atmosphères.
Poids total : machine, chaudière et eau, 122 tonnes.
Poids par cheval nominal, 349 kilogr.
— — — indiqué de 75 kgm., 87 kilogr.
Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 0^{me} 800.

A constater l'apparition des chaudières à pression plus élevée et la réduction du poids par cheval.

L'EXPOSITION DE L'ITALIE

Le Gouvernement italien n'ayant pas cru devoir accepter officiellement l'invitation de la France à l'Exposition universelle de 1889, c'est à l'initiative privée qu'a été due entièrement l'exposition de l'Italie.

Un Comité central, formé à Rome, dont le président était M. Tommaso Villa, vice-président de la Chambre des députés, s'était mis en rapport avec un Comité italien fondé à Paris, sous la présidence de M. le comte de Camondo; et ces deux Comités, qui avaient pour secrétaire général M. Gentili di Giuseppe, avaient ouvert une souscription parmi leurs amis. Les sommes ainsi recueillies ont servi à organiser la section italienne du Champ de Mars et ses diverses annexes.

L'exposition italienne se divisait en plusieurs parties distinctes :

1° La section des Beaux-Arts (peinture et sculpture), qui occupait quatre salles dans le Palais des Beaux-Arts;

2° La section industrielle (Education et enseignement. Matériel et procédés des Arts libéraux. Mobilier et accessoires. Tissus, vêtements et accessoires. Industries extractives, produits bruts et ouvrés), qui occupait une superficie de 2560 mètres dans le Palais des Industries diverses;

3° La section d'anthropologie criminelle dans le Palais des Arts libéraux;

4° La section comprenant les diverses classes du groupe VI (Outil-

fusion de couleurs, coquetterie de formes et de tons, grande habileté de métier, mais absence, dans bien des œuvres exposées, de naturel et de simplicité.

Les statues étaient relativement en petit nombre; les maîtres italiens s'étaient presque tous abstenus.

La section industrielle était la partie la plus importante, et elle ne comptait pas moins de 700 exposants. M. l'Ingénieur Verardini, l'habile organisateur de l'installation de cette section, avait fait exécuter, d'après les plans de l'architecte, M. Manfredi, professeur à l'université de Rome, les deux façades (côté des Arts libéraux et côté de la Suisse), qui rappellent les modèles les plus purs de l'art florentin du xv^e siècle. Le ton sévère de la *pietra serena*, qu'on a réussi à imiter parfaitement et qui constitue le fond de la construction, l'éclat discret des vieux marbres s'harmonisant avec la pierre en grisaille, les fines dorures et les mosaïques attirent et charment l'œil par un ensemble harmonieux de couleurs. La sobre élégance des colonnes torsées ornées de mosaïques qui suivent la ligne sévère de la grande porte centrale, la finesse des motifs de sculpture, la légèreté ornementale des denticules en imitation de marbre couronnant l'intérieur des arcs des portes, forment un ensemble remarquable.

Dans le groupe II (Education et Enseignement) nous ne mentionnerons que la vitrine contenant les ouvrages de sciences, de lettres et de musique, édités par la librairie Sonzogno, de Milan, qui imprime

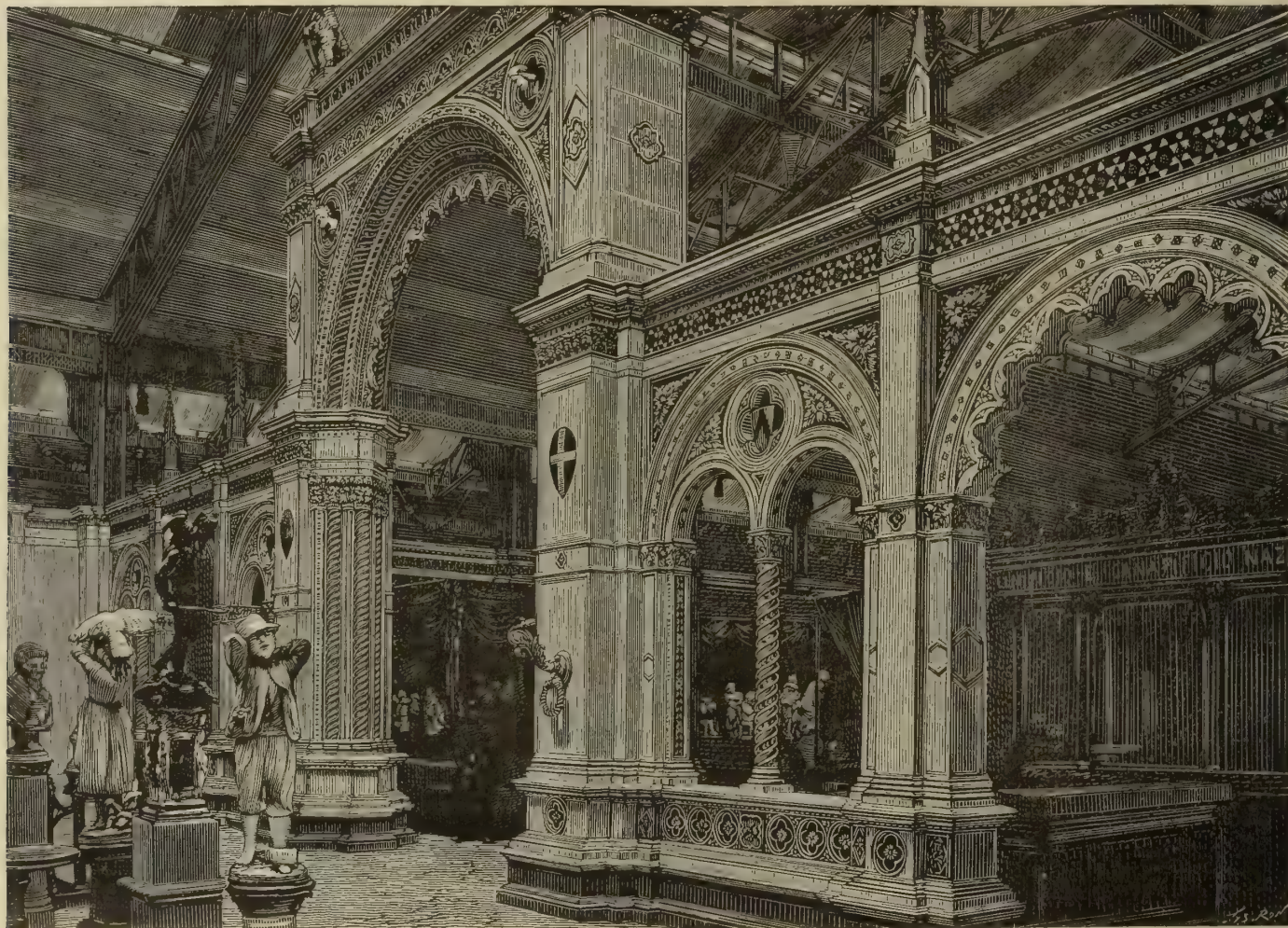


FIG. 4. — Façade principale de la section italienne au Champ de Mars.

lage et procédés des industries mécaniques. Electricité), dans le Palais des Machines;

5° La section comprenant les produits alimentaires et vinicoles, exposés dans les galeries des produits agricoles, au quai d'Orsay;

6° Un pavillon spécial, situé au quai d'Orsay, et qui abritait un grand foudre de 80 000 litres;

7° La section d'économie sociale, située à l'Esplanade des Invalides;

8° La maison *pompéienne*, pour les objets du Vésuve et de Naples; la maison *étrusque*, occupée par un restaurant; la maison *Renaissance*, où était installée la verrerie vénitienne. Ces trois maisons faisaient partie de l'exposition de l'Histoire de l'Habitation.

Cette simple énumération suffit pour montrer que la participation de l'Italie à l'Exposition, pour n'avoir pas été officielle, n'en a pas moins été assez complète.

Ajoutons que le Comité italien, après avoir examiné plus de deux mille demandes d'admission, avait dû se borner, en raison de l'emplacement trop restreint dont il disposait, à n'accepter définitivement que 780 exposants.

Nous allons passer rapidement en revue les diverses parties de cette exposition :

Les tableaux et dessins (Palais des Beaux-Arts) étaient nombreux, et on y retrouvait les caractères ordinaires de l'Ecole italienne : pro-

le *Secolo*, le journal politique le plus important de l'Italie; et celle de M. Ricordi, le grand éditeur de musique de Milan.

C'est surtout dans les diverses classes du groupe III (mobilier et accessoires) que les produits de l'industrie italienne étaient à signaler.

On y remarquait une grande quantité de meubles artistiques de tous genres, des verreries soufflées et émaillées, des lustres et objets d'art en cristal; des glaces et vitraux, des verres et mosaïques de Venise, des faïences artistiques, des majoliques, des mosaïques de Florence, des bronzes d'art, des travaux en fer forgé, etc.

L'industrie des tissus (groupe IV) était surtout représentée par les soies grèges et apprêtées, par des dentelles et des travaux en fil, par des écharpes en soie, par des couvertures en bourre de soie. La chambre de commerce de Côme avait exposé quatre grands albums de tissus de soie des principales fabriques de la région milanaise.

Dans les industries extractives (groupe V), on trouvait des échantillons d'amiant, de gomme et de gutta-percha, d'ocre colorant et de tripoli, de talc, de marbre; l'exposition remarquable de la Société anonyme des mines de Malfidano; des produits chimiques; des fontes, fers et aciers; des huiles, des savons, etc.

Dans le palais des Machines, l'Italie avait, pour le matériel des chemins de fer, une exposition intéressante, dont les diverses parties ont

déjà été décrites par le *Génie Civil* ⁽¹⁾ dans des études d'ensemble sur les locomotives et sur le matériel roulant des chemins de fer. Nous donnerons ici seulement quelques détails sur les deux Compagnies italiennes et la grande Société de construction milanaise qui ont exposé le matériel en question.

La Société italienne des chemins de fer méridionaux exploite actuellement les lignes du versant de l'Adriatique ayant une longueur totale de 5500 kilomètres et possède environ 1000 locomotives et 7000 voitures. Son exposition se composait d'une locomotive construite dans les ateliers de Vérone, et prise parmi les 80 machines du même type pour trains rapides qui servent à l'exploitation; et d'une voiture du type adopté et en usage pour les trains rapides, comportant trois compartiments et deux water-closets accessibles de chaque compartiment. Cette voiture comprend 21 places et pèse 11 400 kilogr., soit un poids moyen de 543 kilogr. par voyageur.

La Compagnie des chemins de fer italiens de la Méditerranée avait exposé comme matériel roulant une puissante locomotive à voyageurs, et deux voitures de 1^{re} classe; et comme matériel fixe, un appareil hydro-dynamique pour les changements de voie et les signaux à distance. Cette locomotive, dont les roues motrices ont 2^m 10 de diamètre et dont le poids en service est de 46 990 kilogr., est destinée aux trains express des lignes de Turin et Milan à Rome, lignes présentant, surtout sur le parcours de Gênes à Pise, des courbes nombreuses et à rayon très réduit. Elle peut remorquer en palier un train de 160 tonnes à la vitesse de 80 kilomètres à l'heure, et sur une rampe de 0^m 010, un train de 120 tonnes à la vitesse de 50 kilomètres à l'heure.

Les voitures sont, l'une à couloir couvert et l'autre à couloir à balconnade, et toutes les deux ont des water-closets. Elles ont chacune 17 places et donnent un poids de voiture de 750 à 800 kilogr. par voyageur. Elles ont été construites dans les ateliers de la Compagnie à Pietrasa (Naples).

La Société Miani Silvestri et C^{ie} possède à Milan les ateliers les plus importants de toute l'Italie, pour la construction du matériel de chemins de fer. Ils occupent une superficie de 12 hectares, dont plus de 3 hectares sont couverts, et sont outillés de manière à pouvoir produire par an : 1 200 wagons, 200 voitures, 50 locomotives, 100 plaques tournantes, 1000 mètres de ponts métalliques, 5000 mètres carrés de toiture, 100 chaudières de divers modèles et 2 000 tonnes environ de fonte brute pour l'industrie.

Cette Société avait envoyé à l'Exposition une locomotive et 7 voitures, qui ont été construites pour le compte de la Société des chemins de fer italiens de la Méditerranée.

La locomotive est à trois essieux couplés avec bogie antérieur à deux essieux. Elle a été construite pour remorquer sur les fortes rampes (0,016 en tranchées, et 0,012 dans un grand tunnel de 8268 mètres de longueur) de la nouvelle ligne de Gênes à Alexandrie, un train de 160 tonnes à la vitesse de 45 kilomètres à l'heure, et sur palier, un train de 300 tonnes avec une vitesse de 60 kilomètres à l'heure.

Parmi les voitures, il y en avait trois du même type (1^{re}, 2^e et 3^e classes) qui sont destinées au service de grande banlieue et des lignes secondaires; elles ont un couloir central avec petites terrasses au bout et passerelles les mettant en communication, et comportent

32 places pour la voiture de première classe, 40 places pour celle de deuxième, et 58 places pour celle de troisième classe. Trois autres voitures (une pour chaque classe) étaient d'un même type général à compartiments séparés, portières latérales et water-closet pour les première et deuxième classes. Enfin, il y avait une grande voiture de luxe renfermant, à une extrémité, un compartiment ordinaire de première classe à huit places, auquel on accède directement par des portières latérales, et deux compartiments chacun à deux lits, dont l'accès a lieu par un vestibule qui est placé entre les deux compartiments, et est pourvu de chaque côté d'une portière ordinaire. Ce vestibule donne, en outre, accès à un cabinet de toilette et à un water-closet, et offre l'avantage d'éviter la communication directe des compartiments à lits avec l'extérieur.

En dehors du matériel des chemins de fer, il nous reste à signaler : dans la classe 48, une perforatrice à percussion, marchant indifféremment à l'air comprimé ou à la vapeur; dans la classe 52, une pompe hydraulique destinée aux puits de dimensions très réduites, et un modèle de pompe spécialement applicable pour élever de grandes masses d'eau à une hauteur modérée; dans la classe 54, un appareil complet pour filer la soie; dans la classe 62, divers types d'accumulateurs électriques; dans la classe 63, un malaxeur à mortier de chaux, ciment, etc., avec distributeur à dosage automatique, et un treuil élévateur à mortier et à briques, à action continue, etc.

Dans les sections d'économie sociale, à l'Esplanade des Invalides, l'Italie était représentée par une assez importante collection de documents et de publications de toute nature, concernant les sociétés de secours mutuels, les sociétés coopératives d'assurances, les banques populaires, les diverses questions ouvrières et sociales, etc.

Nous ajouterons que les Compagnies de chemins de fer et les Chambres de commerce d'Italie, outre l'aide précieuse qu'elles ont apportée à tous les commerçants italiens désireux de participer à l'Exposition universelle, ont aussi envoyé à Paris des Ingénieurs, des mécaniciens, des chefs d'équipe, des

ouvriers, qui ont pu venir compléter leur instruction technique, et se rendre compte par eux-mêmes, de l'intérêt qu'aurait leur pays à resserrer les liens à demi rompus, à son grand détriment, des relations commerciales avec la France.

R. G.

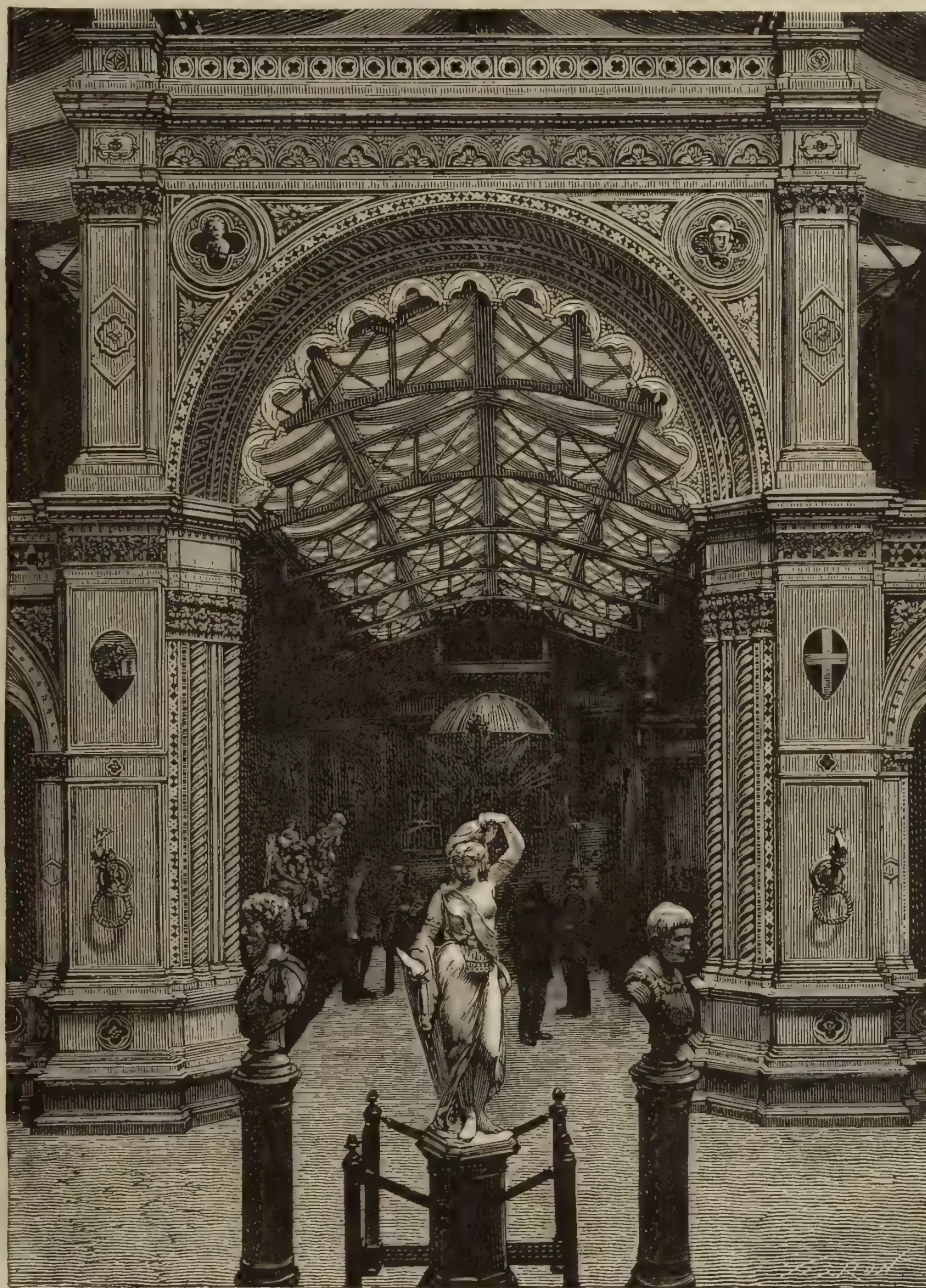


Fig. 2. — Entrée principale de la section italienne au Champ de Mars.

L'EXPOSITION DES RÉPUBLIQUES DE L'AMÉRIQUE CENTRALE

(Suite 1.)

II. — RÉPUBLIQUE DU SALVADOR.

Le pays qui constitue aujourd'hui la République du Salvador fut conquis, en 1524, par une armée espagnole sous le commandement de Pierre Alvarado. En 1528, la ville de San-Salvador (aujourd'hui capitale de la République) était fondée. Durant trois siècles, le Salvador demeura sous la domination espagnole, ainsi que toute l'Amérique centrale. Nous avons déjà indiqué d'une façon générale, dans la première partie de cette étude, les luttes intestines survenues, après la proclamation de l'indépendance, en 1821, entre les cinq Etats du Centre-Amérique, pour arriver à leur constitution définitive en Répu-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 20, p. 454, n° 24, p. 499 et n° 27, p. 637.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 2, p. 52.

bliques autonomes et indépendantes l'une de l'autre ; nous n'y revenons pas.

Située sur l'océan Pacifique, entre 13° 12' et 14° 28' de latitude nord, 87° et 88° de longitude ouest (méridien de Greenwich), la République de Salvador est bornée au nord par les Républiques de Honduras et de Guatemala, à l'est par le Honduras et le golfe de Fonseca, au sud par l'océan Pacifique, à l'ouest par le Guatemala.

Sa superficie est de 9 600 milles carrés et sa population de 675 000 habitants, soit une moyenne de 70 habitants par mille carré. Proportionnellement, c'est le pays le plus peuplé, non seulement du Centre-Amérique, mais encore de toutes les Amériques.

Le climat, quoique chaud, est très sain ; l'Européen peut facilement s'y acclimater, à condition d'y éviter les terres basses et marécageuses et d'observer les lois de l'hygiène. La température de la côte du Pacifique est beaucoup plus élevée que dans l'intérieur des terres.

Le système orographique du Salvador présente une particularité remarquable : plus de douze volcans élèvent leurs hautes cimes à peu de distance de la mer, unissant les chaînes volcaniques du Honduras et du Guatemala. Les principaux volcans aujourd'hui en activité sont celui d'Izalco et celui de San-Miguel.

La capitale, San-Salvador, construite à proximité du volcan du même nom, a été détruite à diverses reprises par des tremblements de terre, au xvi^e siècle, à la fin du xviii^e, et, plus récemment, en 1839. 1854 et enfin en 1873. Elle est maintenant reconstruite presque sur le même emplacement.

La fécondité du sol de ce pays est très grande et l'agriculture y est fort développée.

Le nombre des établissements d'exploitations rurales est considérable, comme le montre le tableau suivant :

Élevage de bestiaux	452
Canne à sucre	1.993
Indigo	748
Exploitation de bois	43
Diverses cultures	1.893
Cacao	107
Café	3.458
Herbages	994
Céréales	341
Total	15.408

La production agricole augmente chaque année, et dans plusieurs des grands établissements que nous venons de citer, on a mis en pratique les découvertes scientifiques modernes.

Le sous-sol renferme des richesses minières très importantes, principalement dans les départements de Morazan, Union et San-Miguel. En 1888, on comptait en pleine exploitation :

Mines d'argent et plomb	2
— d'argent et cuivre	5
— d'argent et or	100
— de cuivre	7
— de fer	9
— de plomb	3
— d'or	2
— d'étain et plomb	1
— d'étain	1
— de mercure et antimoine	1
— de houille	4
Carrière de marbre	1

Il y a, en outre, de nombreuses carrières de pierres à bâtir et de plâtre, ainsi que plusieurs gisements de lignite.

Les voies de communication ont reçu un certain développement durant ces dernières années. Actuellement, il existe trois lignes ferrées : 1^o d'Acajutla à Sonsonate ; 2^o de Sonsonate à Ateos ; 3^o de San-Salvador à Santa-Tecla.

Les villes et villages sont reliés ensemble par 3 400 kilomètres de routes charretières parcourues en partie par des services de diligences, et 4 700 kilomètres de chemins praticables aux bêtes de somme.

Le réseau télégraphique comptait, au 1^{er} janvier 1888, environ 2 400 kilomètres et reliait la capitale aux chefs-lieux de départements, cantons et bourgs principaux.

Un service téléphonique existe entre la capitale San-Salvador, et les villes de Santa-Anna et de San-Tecla.

Enfin, le Salvador fait partie de l'Union postale universelle depuis 1879.

L'importation maritime se montait, en 1887, à 16 900 000 francs, dont les principaux articles étaient : les farines, les vins et liqueurs, les comestibles, les cotons filés et tissés.

L'exportation maritime s'élevait, la même année, à 27 750 000 francs, et comprenait : l'indigo, le café, le baume du Salvador (improprement appelé baume du Pérou, car il ne croît qu'au Salvador, entre la Libertad et Acajutla), l'or et l'argent, le tabac en rames et travaillé, etc.

Le système métrique français a été introduit dans la République de Salvador et est entré en vigueur depuis le 1^{er} janvier 1886. Il n'y a pas encore de monnaies particulières au Salvador, à l'exception de quelques pièces d'argent frappées au moment de la déclaration d'indépendance. Les comptes officiels, budgets, douanes, sont établis en piastres. La piastre a pour équivalent le dollar américain, la pièce de 5 francs de l'Union monétaire latine, le douró espagnol, les pièces mexicaine, péruvienne, chilienne, de Guatemala.

Quant à l'organisation politique, le gouvernement du Salvador est républicain, démocratique, représentatif, et régi par une Constitution qui a été votée le 13 août 1886. Les trois pouvoirs : législatif, exécutif et judiciaire, sont distincts et indépendants entre eux. Le pouvoir législatif est exercé par une Assemblée unique : la Chambre des députés, renouvelable chaque année. Le pouvoir exécutif est exercé par le

Président de la République, qui est élu pour une période de quatre ans. C'est actuellement le général Ménendez, qui a été élu en 1887.

Les revenus publics constituant le trésor national se sont élevés en 1888 à 18 183 000 francs.

Les principales villes sont : la capitale Nueva-San-Salvador, située à 36 kilomètres du port de la Libertad, qui représente aujourd'hui le plus grand mouvement commercial du pays ; le port de la Union, situé dans la baie de la Fonseca, le port d'Acajutla, par où se fait presque toute l'exportation du café. Citons aussi les ports de la Concordia et de Triunfo, qui vont être bientôt ouverts au commerce.

Participation à l'Exposition universelle. — L'exposition du Salvador était installée dans un pavillon situé sur la terrasse du Palais des Arts Libéraux. L'architecte, M. Lequeux, avait reçu pour instructions « d'élever une construction qui se rapprochât autant que possible du genre architectural de la nation salvadorienne ».

Lors de la conquête par les Espagnols, le Salvador était habité par des Indiens, descendants de diverses tribus venues du Mexique, qui avaient peuplé peu à peu la partie occidentale du Centre-Amérique, et avaient déjà certaines notions des sciences et des arts. C'est des souvenirs ethnographiques de cette origine mexicaine que s'est inspiré l'architecte du pavillon du Salvador.

Ce bâtiment, comprenant un rez-de-chaussée et un premier étage, avait été construit dans un style hispano-mauresque, avec balcons et fenêtres avec grilles à encorbellement. Les deux façades principales ainsi que les façades latérales présentaient des revêtements en faïences polychromes.

Parmi les nombreux produits exposés (1), on remarquait principalement : la sellerie, la vannerie, la céramique, les instruments de musique, les broderies, les fleurs artificielles, la nouvelle soie native (*Bombyx Psilii Salle salvatoriensis*), découverte au Salvador par le Dr Guzman, les meubles, l'orfèvrerie, les tissus de soie et coton, les bougies, les savons industriels et commerciaux, les tabacs, les minerais d'or et d'argent, etc.

Dans une annexe du pavillon étaient installés les produits agricoles, forestiers, alimentaires, les plantes tinctoriales et médicinales, etc.

Terminons cette rapide énumération en ajoutant que les habitants du Salvador sont généralement industriels et actifs, et que la classe ouvrière et industrielle, qui était plongée dans la plus complète ignorance, a fait, dans ces dernières années, des progrès importants au point de vue de l'instruction publique.

III. — RÉPUBLIQUE DE HONDURAS

Compris entre le 13° et le 16° de latitude nord, entre le 83° 30' et le 92° de longitude ouest (méridien de Greenwich), le Honduras est borné au nord-est et au nord par la mer des Antilles (golfe de Honduras), au nord-ouest et à l'ouest par le Guatemala, au sud-ouest par le Salvador et l'océan Pacifique (baie de Fonseca), au sud-est par le Nicaragua. Il possède 650 kilomètres de côtes environ sur l'Atlantique et 100 sur le Pacifique.

Sa superficie est évaluée à 120 500 kilomètres carrés. Sa population est d'environ 400 000 habitants, sur lesquels on compte une centaine de mille Indiens nomades, dont quelques tribus sont encore complètement sauvages. Elle provient surtout des descendants des races indigènes et de leur croisement avec les conquérants espagnols ainsi qu'avec les noirs africains qui s'échappaient de Cuba et de la Jamaïque pour aller trouver leur indépendance sur la côte voisine du Honduras.

Pris dans son ensemble, le Honduras peut être considéré comme un plateau de 1000 mètres d'élévation ; mais ce plateau est fort inégal et dominé en plusieurs directions par de hautes chaînes de montagnes. L'inégalité du relief du sol donne à ce pays la plus grande variété de climats, depuis celui de la zone tropicale où prospèrent la vanille et la salsepareille, jusqu'à celui de la zone tempérée du nord où croissent les forêts de sapins. On peut le diviser en trois régions naturelles : 1^o l'ensemble des plaines et des dénivelés tournés vers le Pacifique, région sèche et brûlante ; 2^o les plateaux de l'intérieur, région fraîche et d'un climat excellent, où la température varie, suivant les hauteurs et les expositions, de 13° à 20°, et où les pluies sont abondantes sans être torrentielles ; 3^o les côtes de la mer des Antilles et les vallées alluviales qui viennent y aboutir, région humide et peu salubre pour les Européens, bien que les mulâtres et les nègres des Antilles s'y établissent sans danger.

Les deux seuls bons ports sur l'Atlantique sont Trujillo, protégé contre l'apport des alluvions fluviales par le cap Honduras, et Puerto-Cortez ou Caballos, protégé par une langue de sable ; à l'ouest de ce dernier port est celui d'Omoa.

Dans la baie de Honduras émergent, comme une chaîne de collines, les îles Utilá, Roatanllena, Barbareta et Bonaca ou Guanaja.

Le principal port de l'admirable baie de Fonseca (Pacifique) où chaque indentation de la côte peut protéger les navires, est Amapala, dans l'île Tigra, sur la côte Nord-Ouest.

Au point de vue politique, la république de Honduras s'est constituée en Etat indépendant, lors de la dissolution de la Confédération du Centre-Amérique. La constitution actuelle date de 1865. Un Sénat et une Chambre des députés renouvelables annuellement par moitié, sont investis du pouvoir législatif et ont le droit de déléguer le pouvoir exécutif pour quatre ans à un président, qui, avec un Conseil d'Etat, est chargé de l'administration du pays. En réalité, les présidents sont généralement nommés à la suite de pronunciamientos.

Au point de vue administratif, le Honduras est divisé en 7 provinces ou départements. Les villes principales sont : Tegucigalpa,

(1) On trouvera une liste détaillée de ces produits dans un catalogue très complet faisant suite à une Notice sur le Salvador publiée par M. Eugène Pector, consul général de Salvador à Paris.

capitale actuelle (12000 habitants), Puerto-Cortes, Santa-Barbara, San-Pedro, Santa-Cruz, Choluteca, Camayagua, qui a été pendant plusieurs années le siège du gouvernement, Gracias, Yoro, etc.

Dans les régions pastorales des provinces de Yoro, de Gracias, de Choluteca, on élève du bétail. Les bois proviennent surtout de la région forestière de la province de Yoro.

Les régions aurifères se trouvent dans la province de Santa-Barbara, et les régions argentifères dans la province de Comayagua. Plusieurs rivières roulent des paillettes d'or. Enfin, quelques veines d'une grande richesse ont été exploitées, mais toujours d'une façon tout à fait incomplète et primitive. Néanmoins, on peut estimer à 3 millions de francs la production annuelle des métaux précieux dans le Honduras.

On trouve aussi des minerais de cuivre, de plomb, de zinc, de platine, de fer, ainsi que du charbon, du marbre, des calcaires, etc.

Une voie ferrée qui doit relier les deux océans est projetée entre Puerto-Cortez (appelé aussi Puerto-Caballos) et la baie de Fonseca, par Camayagua, sur une longueur à vol d'oiseau de 272 kilomètres. La longueur réelle serait d'environ 320 kilomètres, et le point culminant à franchir n'étant que de 726 mètres, les plus fortes rampes du projet ne dépasseraient pas 11 à 12 millimètres. La section de Puerto-Cortez à San Pedro (60 kilomètres) est livrée à l'exploitation depuis peu de temps.

On évalue à 6 500 000 francs environ l'exportation annuelle des principaux produits du pays : bois, tabacs, indigo, bétail, etc.

Le budget des recettes est assez faible et provient surtout du produit des douanes et du produit des monopoles sur les spiritueux.

Participation à l'Exposition universelle. — Le Honduras était la seule des cinq républiques de l'Amérique Centrale qui ne possédât pas de pavillon spécial au Champ de Mars. Son exposition, fort incomplète, était placée dans une grande vitrine située dans le vestibule d'entrée (côté de l'avenue de Suffren) des galeries des industries diverses. On y remarquait des échantillons de minerais d'or et d'argent; de beaux bois d'ébénisterie; des échantillons de ramie, d'indigo, de fruits (bananes, citrons, oranges, noix de coco, etc.), de caoutchouc, de nombreuses variétés de café et de cacao, de gommes, de tabacs en feuilles, de salsepareille, de sucre, etc. On y trouvait aussi des eaux-de-vie de canne, de banane; des rhums, etc.

Si le Honduras est actuellement la contrée la moins riche de l'Amérique Centrale, cela tient d'abord à ce que la population y est encore trop peu nombreuse pour tirer un bon parti des richesses minières et agricoles du pays. En outre, l'absence complète des voies de communication à l'intérieur empêche le commerce et l'industrie de se développer. Sur le chemin interocéanique d'Omoa ou de Puerto-Cortez à la baie de Fonseca, en dehors d'un tronçon de 60 kilomètres de voie ferrée, toutes les marchandises sont encore transportées aujourd'hui à dos de mulet; et dans une foule de passages difficiles, des Indiens remplissent le rôle de bêtes de somme.

Disons en terminant que le Honduras est néanmoins une des contrées du Centre-Amérique qui ont le plus d'avenir, car elle offre de grands avantages à l'immigration européenne.

R. GENTILINI,
Ingénieur.

(A suivre.)

L'EXPOSITION DES CHEMINS DE FER

Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62.

(Suite 1.)

Wagons spéciaux. — Le wagon à lait exposé par la Compagnie d'Orléans, a été construit dans le but de transporter, dans de bonnes conditions d'aération, les denrées et surtout les boîtes à lait. Les parois sont, à cet effet, formées de lames de persiennes et de tôle perforées donnant passage à l'air extérieur, tout en s'opposant à l'introduction de la poussière; une manche à vent est, en outre, fixée sur le pavillon de chaque compartiment et refoule l'air à l'intérieur, sous l'action de la marche du train. La caisse, qui mesure 6^m200 sur 2^m490, est divisée en deux compartiments fermés par des portes roulantes, dans chacun desquels se trouvent des étagères placées des deux côtés de la porte, perpendiculairement à l'axe du wagon, et laissant entre elles un passage libre de 0^m970; sa contenance est de 336 boîtes à lait. Ce véhicule est muni de tous les appareils perfectionnés, suspension, choc et traction, boîtes à étrier, frein continu, intercommunication, qui permettent de l'atteler avec le matériel à voyageurs. Longueur hors tampons 7^m432, écartement des essieux 3^m700; poids à vide 9 000 kil. et chargement 8 000 kil.

Le wagon-glacière exposé par la « Merchants Dispatch Co », est destiné au transport des viandes fraîches et des conserves en boîtes des abattoirs de Chicago et de Saint-Louis; ils servent aussi au transport des volailles et du lait; au retour, on les utilise, des ports de l'Est vers les villes de l'Ouest, pour la distribution des fruits importés aux Etats-Unis. L'isolement des cloisons les met à l'abri des rudes gelées de l'hiver; pendant l'été, on y place, au contraire, de la glace, et les dispositions prises pour l'écoulement de l'eau provenant de la fonte de cette glace, à travers un réseau de fils métalliques galvanisés, assurent la pureté de l'air qui circule dans les compartiments.

Le wagon de raccord dont la photographie est exposée par la Société générale des Chemins de fer économiques, est destiné à permettre de remorquer, sur une voie à quatre rails, des véhicules de la voie

normale, à l'aide d'une locomotive de la voie étroite. Ce dispositif mixte est en service sur la ligne de Noyelles à Saint-Valery, dont le service est fait par la petite Compagnie, mais où les wagons de la Compagnie du Nord doivent circuler, pour aller, sans transbordement, jusqu'au port de Saint-Valery; il consiste à munir, soit la traverse de tête des locomotives, soit le wagon spécial de raccordement, d'un double système d'attelage à tamponnement central pour la voie étroite, et à tampons latéraux pour la voie normale, avec une chaîne de sûreté; on l'a fait aussi léger que possible, pour diminuer le poids mort.

Wagons basculants. — On constate une tendance générale à l'adoption de types de wagons permettant de déverser automatiquement leur chargement, soit que le fond s'ouvre au-dessus de trémières, soit que la caisse puisse être soulevée pour se vider par le côté; ce dernier type permet de vider davantage le contenu, que le système à trappes forcément limité à l'intervalle compris entre les essieux du wagon; mais il nécessite une manœuvre de soulèvement de la caisse. Quel que soit d'ailleurs le système auquel on ait recours, il est certain que le but qu'on recherche, pour toutes les marchandises en vrac qui ne craignent pas la chute, est de diminuer les frais de manutention, quitte à réaliser, dans les gares, des installations d'estacades qui se prêtent à ce mode particulier de déchargement.

La Compagnie du Pennsylvania Railway expose une section d'un type de wagon à houille, portant, au centre, un fond basculant à trémie, par lequel on peut faire tomber environ les deux tiers de la charge; ce véhicule, qui a une largeur de 7^m925, pèse 10 tonnes 400, et sa charge est de 295 tonnes. On l'utilise, non seulement pour le transport de la houille et des minerais, mais aussi pour le chargement des bois de charpente et des matériaux qui ne craignent pas les intempéries; grâce à l'augmentation des dimensions des châssis, on est arrivé à une capacité tout à fait exceptionnelle et à un poids mort de 352 kil. par tonne seulement.

La Société des Usines et Fonderies de Baume et Marpent expose un type de wagon à caisse unique, commandé par la Compagnie des mines de Lens, pour desservir ses quais d'embarquement et se prêtant au déchargement sur les estacades construites dans plusieurs gares, par la Compagnie du Nord.

La caisse, qu'on peut soulever, munie de montants en tôle d'une hauteur de 1 mètre à l'intérieur, s'ouvre tout du long sur les côtés, de manière que la masse de houille versée en une seule fois soit considérable, et que le bris de la gailleterie soit, par conséquent, moindre. La châssis mixte (bois et fer), est monté sur des roues Arbel, dont l'une, munie d'un sabot de frein actionné à la main, à l'aide du levier à crémaillère du type Nord. Longueur hors tampons, 5^m420; écartement des essieux, 2^m500.

Le wagon déversant à mouvement pneumatique, construit par M. Chevalier, ayant été décrit récemment dans le *Génie Civil* (1), nous n'avons pas à revenir sur les détails de son fonctionnement. Le type exposé à l'esplanade des Invalides est destiné aux lignes à voie étroite; il peut contenir 6 mètres cubes et porter 10 tonnes; les cylindres, au nombre de 4, consomment, à chaque opération, 31¹/₄ d'air à 10 kilogr. de pression: un réservoir d'un demi-mètre cube peut donc suffire pour un train de 15 wagons.

La maison Taza Villain, à Anzin, expose un nouveau système de fermeture automatique, manœuvrable à la main et applicable aux wagons à caisses basculantes. Sur chaque wagon à houille de 10 tonnes, sont disposées deux caisses mobiles autour d'axes longitudinaux situés un peu en dehors du brancard; à son extrémité, placée au milieu du wagon, chacun de ces arbres est muni d'un crochet simple, tandis qu'à l'autre extrémité, du côté des tampons, il porte un crochet à fourche; ces crochets s'enclenchent avec des talons placés à la partie inférieure des portes latérales, et les tiennent fermées tant que la caisse est horizontale; dès que la caisse est soulevée par un appareil de levage, le crochet déclenche le talon, et la porte, qui peut osciller autour d'une charnière excentrée, à la partie supérieure des montants, s'entr'ouvre par le bas et laisse le charbon se déverser. Ce qui caractérise le modèle exposé, c'est que ce déclenchement peut être obtenu à la main, en soulevant une clef qui est engagée entre les branches du crochet à fourche. Comme la manœuvre se fait de l'extrémité du wagon, l'homme n'est pas exposé à recevoir la projection des matières tombant des caisses. Du côté de la caisse qui est soulevée, les crochets abandonnent aussi la porte, mais celle-ci reste fermée par son propre poids. La charnière étant excentrée, la porte qui a été ouverte se referme toujours avant que la caisse ait repris sa position horizontale.

Le wagon à plans inclinés latéraux exposé par MM. Dietrich est destiné au déchargement automatique de la houille, des minerais et autres matières meubles; le fond de la caisse présente un dos d'âne à 45°; quatre portes latérales oscillant autour d'une charnière supérieure sont ménagées dans chacune des parois longitudinales de cette caisse. Pour réaliser la fermeture des portes, un arbre à cames règne sur toute la longueur de l'ouverture; on le manœuvre à l'aide d'une poignée qui, dans la position de fermeture, vient s'enclencher dans un crochet; pour ouvrir, il suffit d'enlever la goupille et de donner un coup de bas en haut sur la tête de ce crochet. Dès que la porte s'ouvre, sous l'influence de la poussée de la charge, qui glisse sur le fond incliné de la caisse, un triangle articulé et coulissé se développe et la maintient ouverte à fond. Quand on veut la refermer, il suffit de soulever légèrement la poignée qui se meut dans le coulisseau et qui s'est logée dans une encoche. Ce matériel est en usage dans les

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 20, p. 459; n° 21, p. 495; n° 22, p. 534; n° 24, p. 579; n° 25, p. 615; n° 26, p. 637; tome XVI, n° 1, p. 23, et n° 2, p. 55.

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 14, p. 306.

exploitations de minerais de fer de la Lorraine et circule sur le réseau des chemins de fer de l'Est.

Le wagon à trappes, du système Méraux, est également muni d'un plancher en dos d'âne, pour faciliter le glissement des matières meubles; seulement, l'arête inférieure de chaque plan incliné est à une certaine distance horizontale des montants, et l'intervalle est occupé par la trappe mobile; en outre, au-dessus des essieux sont aussi des dos d'âne qui ramènent les matières aux six trappes latérales, quatre situées aux extrémités et deux entre les essieux. Ces trappes sont retenues à l'aide de chaînes enroulées autour de tambours horizontaux, dont la rotation est obtenue par des vis sans fin commandées par des volants à main; des joues verticales et entretoisées sont disposées transversalement, de part et d'autre de chaque trappe, pour guider la chute des matières. Le déchargement d'un wagon de ballast de 10 mètres cubes peut se faire en trois minutes, par un seul homme; quand on l'emploie au transport de la houille, déchargée en estacade, on peut, si les tombereaux ne cubent pas la même capacité, le décharger en plusieurs fois dans deux tombereaux, ou de chaque côté simultanément.

Fourgon d'expériences. — Les Compagnies du Nord et de l'Est, qui avaient précédemment exposé chacune un type de fourgon d'expériences, n'ont pas jugé à propos de produire, cette année, le type déjà connu, qui n'a pas été l'objet de perfectionnements importants. Mais la Compagnie de l'Ouest expose un véhicule spécial, dans lequel elle a installé les appareils nécessaires pour mesurer les efforts développés en service par les machines, et pour relever les diverses circonstances de la marche des trains, ainsi que l'étude de la composition des gaz de la combustion, dans les mêmes circonstances; cette dernière recherche, qui n'avait pas encore été l'objet d'applications, est obtenue en munissant le fourgon des appareils nécessaires, tant pour faire sur place quelques analyses rapides, que pour recueillir des gaz à analyser ultérieurement dans le laboratoire. Sans entrer dans la description détaillée des dispositifs qui permettent de faire ces recherches, nous nous bornerons à énumérer ci-après les différentes opérations qu'elles comportent: mesure et enregistrement des efforts, enregistrement du travail totalisé; enregistrement de la vitesse, au moyen d'un tachymètre spécial; pointage du nombre de tours de roues, par unités et par dizaines; enregistrement du temps, toutes les dix secondes, au moyen d'une horloge à contacts électriques; pointage des kilomètres ou de tout autre point intéressant de la voie, sur le parcours, pour vérifier les résultats fournis par le totalisateur et par le tachymètre; analyse des gaz, au moyen de prises faites à l'aide d'un tuyau qu'on introduit, par le haut de la cheminée, dans la boîte à fumée de la locomotive, et qui est relié à un flacon fixe, dans la vigie du fourgon, par un tube en caoutchouc, muni de robinets.

Le fourgon contient un water-closet avec lavabo, un compartiment garni d'armoires et de tablettes, une cuve à eau, un bâti central portant les appareils enregistreurs, etc. L'intérieur du compartiment central est éclairé, le jour, par de nombreuses baies et par des postes, la nuit, par deux lampes à l'huile fixées au plafond; le chauffage, en hiver, est assuré par un petit poêle; on accède au fourgon par une porte qui s'ouvre sur une plate-forme couverte, à l'extrémité du véhicule, du côté de la vigie.

Wagon à torpilleurs. — M. Partiot, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, a exposé les dessins des véhicules spéciaux qui ont servi à transporter, de Toulon à Cherbourg, les torpilleurs de la marine, de manière à éviter le passage par le détroit de Gibraltar. Deux trucks, reliés par une flèche, supportent le torpilleur en deux points, par l'intermédiaire de leviers tournant autour d'un axe vertical, de sorte que, malgré la rigidité du bateau, on a pu le faire passer dans des courbes de 160 mètres, que comporte la voie aux abords de Toulon. La crosse du torpilleur, qui encadre l'hélice et supporte le gouvernail, se meut dans un wagon évidé, relié aux trucks par une flèche en bois; l'intervalle est complété sous le bateau par des plates-formes ordinaires. Le dessin exposé montre ensuite le moyen que la marine a dû employer pour décharger et remettre à flot le bâtiment, après le transport, qui s'est effectué avec succès, sur une longueur de 1 200 kilomètres, en respectant le gabarit des ouvrages d'art.

Pièces de wagons. — Nous n'avons pas l'intention de citer même tous les établissements qui ont exposé soit des roues, soit des essieux, soit d'autres pièces entrant dans la construction des véhicules de chemins de fer; il faudrait sortir de la classe 61 et faire une digression dans les produits de la métallurgie ou dans la carrosserie, et nous n'aboutirions d'ailleurs qu'à une aride énumération. Bornons-nous donc à signaler, dans cet ordre d'idées, quelques nouveautés intéressantes.

Roues mixtes. — Le type de roues en bois et métal exposé par M. Arbel est appliqué aux voitures de tramways; le corps est en fer forgé d'une seule pièce au marteau-pilon, sans emploi de rivets ou de boulons; sur la face extérieure de la jante est pratiquée une cannelure ou gouttière, dans laquelle on encastre, de manière à éviter tout déplacement latéral, une fausse jante en bois; puis on place, à chaud, un cercle de roulement en fer et on réunit le tout par des boulons à tête fraisée. Enfin une boîte en fonte ou en bronze, alésée à la forme de la fusée de l'essieu, est emmanchée dans l'intérieur du moyeu, de manière qu'on puisse facilement la changer en cas d'usure ou de rupture. Les avantages de l'interposition d'une jante en bois sont: d'éviter toute sonorité, par suite de la suppression des vibrations du métal, de donner plus d'élasticité à la roue sans compromettre sa solidité; enfin, d'augmenter la hauteur pour éviter l'embourbement de la roue à la traversée des terrains meubles, sans augmenter le poids. L'exposition Arbel ne comprend pas moins de 63

numéros de roues isolées ou montées, appartenant à tous les types, et forgées pour toutes les Compagnies de chemins de fer et de tramways.

La Société des usines et fonderies de Baume et Marpent expose des roues pleines exclusivement faites au marteau-pilon: le moyeu et le voile sont formés d'une masse de fer homogène, battue à chaud, en faisant tourner la matrice inférieure, et poinçonnée au centre par le procédé habituel; pour former la jante, on se sert d'un fer spécial, cintré à la machine au diamètre voulu, et dans lequel s'emboîte le centre plein; puis l'ensemble est remis au four et battu au marteau pour obtenir le soudage de cette jante et les ondulations du voile; cette opération réduit au minimum le nombre des chauffés et les chances de détérioration de la matière. La même usine expose aussi des roues à rayons doubles en fer, soudés sur un moyeu en fer; ces secteurs élémentaires sont laminés de manière qu'en les repliant, ils forment, à la circonférence, une portion de jante, sur les côtés un demi-rayon, et aux extrémités une partie du moyeu. Tous ces secteurs sont assemblés dans une coquille, et on chauffe le moyeu au blanc, tandis que les rayons ne sont portés qu'au rouge, de manière à conserver leur texture fibreuse.

Boîtes à graisse. — M. Verny, constructeur à Réaumont, expose des types de graisseurs à grenaille destinés aux boîtes des wagons de chemins de fer, et fondés sur le principe du graissage automatique à l'huile toujours pure, circulant en quantité surabondante, et réglable à volonté. La transformation des boîtes consiste surtout dans l'installation, à la partie inférieure, d'un compartiment en fer-blanc, dont le fond, en toile métallique, reçoit la grenaille filtrante; en outre, autour de la fusée, aux extrémités de la patte d'araignée habituelle, sont pratiquées des rainures dans le but de porter la circulation de l'huile sur les extrémités du coussinet, qui sont surtout exposées à l'usure; l'huile sale qui a circulé autour de la fusée tombe en se filtrant constamment, elle reste entièrement pure et limpide dans le fond de la boîte, où elle est puisée, pour être ramenée contre la fusée par le tampon graisseur qui, grâce à cette disposition, est beaucoup moins sujet à s'encrasser. On ne retire la grenaille, pour la nettoyer, que quand la crasse a complètement envahi le compartiment qui lui est réservé. A cet effet, on la fait rougir au feu, et elle peut servir indéfiniment, tandis que l'huile conserve beaucoup plus longtemps son pouvoir lubrifiant. Pour les véhicules à essieux tournants, tels que les wagonnets et les tramways, on a recours à un simple godet graisseur à grenaille, sans graissage automatique: l'huile accumulée au fond de la boîte est périodiquement filtrée.

La Société des usines de Baume et Marpent expose un type de boîte à graisse ou à huile, en acier coulé, au lieu de la fonte ordinairement employée pour le corps de cette pièce; l'obturation se fait, à l'arrière, par une rondelle en carton comprimé qui s'introduit par le bas et est enfilée par l'avant-portée de l'essieu, de sorte qu'on empêche, par cette orientation de l'orifice vers le bas, l'introduction des poussières, et que le carton ne grippe pas l'essieu, tout en formant un bon joint. L'avant de la boîte se ferme par un couvercle en fonte et deux boulons, avec interposition d'un joint en carton. Cette boîte, dont la durée paraît illimitée et qui se graisse avec une proportion considérable d'huile minérale, se visite aisément par l'avant; on peut renouveler l'huile ou le tampon sans faire de levage ou de démontage de sous-garde, conformément au principe adopté par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans.

Couvre-plomb. — Le système imaginé par M. Barbieux-Semal est destiné à mettre à l'abri les plombs de douane dont l'intégrité est mise à la charge des Compagnies de chemins de fer. Il consiste en une petite boîte oblongue, en fonte malléable, dans laquelle vient se loger le plomb; on l'accroche par sa partie supérieure recourbée, à une agrafe fixée à la porte du wagon; la partie inférieure de la boîte se termine en une patte évidée dans laquelle pénètrent les deux pitons de fermeture des portes, de manière que le cadenas placé dans ces pitons, assure à la fois la fermeture de la porte et la fixité du couvre-plomb. Depuis que la Compagnie du Nord a fait l'application de ce système d'agrafe et de couvre-plomb à un millier environ de fourgons faisant le service international de la grande vitesse, le nombre des bris de plomb, donnant lieu à une amende, a diminué de 75 %.

Attelages. — La Compagnie de l'Ouest expose le système de tendeur à déclenchement, dont elle fait usage pour décrocher, pendant la marche, des véhicules placés en queue des trains express, en évitant l'arrêt ou même le ralentissement de ces trains; cet appareil ayant été l'objet d'une description dans le *Génie Civil* (1), nous nous bornons à y renvoyer le lecteur, en ajoutant que l'appareil fonctionne, depuis 1878, pour laisser des voitures aux embranchements de Malaunay et de Beuzeville, pendant la saison des bains de mer, à la gare de Rambouillet pendant la saison des chasses, et pendant toute l'année, à la gare du Pecq, sur la ligne de Paris à Saint-Germain.

Le modèle d'attelage exposé par la Compagnie d'Orléans, a pour but d'assurer le contact permanent des tampons, pendant le passage des véhicules dans les parties de ligne en courbe: cette condition est surtout essentielle pour les voitures montées sur des bogies pour lesquelles l'angle des faces extrêmes de deux véhicules attelés ensemble peut devenir considérable dans une courbe de petit rayon. La disposition d'attelage qui répond à cette nécessité, diffère des autres systèmes en ce que l'amortissement du choc a lieu dans les tampons qui sont élastiques: à cet effet, les tiges sont en deux morceaux coulissant l'un dans l'autre, réunis par une clavette, de manière qu'ils ne puissent se séparer, et écartés l'un de l'autre par un ressort spirale. L'autre tige est articulée à un balancier transversal fixé au

(1) Voir le *Génie Civil*, tome X, n° 40, p. 158.

châssis par un tourillon. Les pièces de l'attelage forment ainsi un rectangle articulé, qui se déforme en courbe, et tandis que les tampons extérieurs sortent, les tampons intérieurs rentrent de la même quantité, en restant en contact; tout le système est suffisamment rigide pour s'opposer aux mouvements de lacet.

Le système d'attelage Berth et Lechleiter, exposé par l'Administration des chemins de fer de l'Etat et en expérimentation sur son réseau, est destiné à être manœuvré latéralement, pour éviter qu'on ne s'introduise entre les tampons des véhicules. L'appareil se compose d'une chape et d'un crochet à queue, articulés à l'extrémité de la tige de traction: la queue de ce crochet est actionnée par un verrou placé sous le châssis et dont la poussée détermine le relevage de la pointe de la chape et, par suite, le serrage de l'attelage; ce verrou est mis en mouvement au moyen d'un levier d'équerre, dont une des branches est actionnée par l'écrin de la vis d'un arbre de commande, manœuvré de l'extérieur du châssis au moyen d'un volant. En tournant d'un demi-tour environ les volants des deux véhicules amenés en contact, on fait tomber chacune des chapes articulées formant tendeurs, sur le crochet du véhicule opposé; en continuant la manœuvre des volants, l'une des chapes est serrée de manière à former tendeur d'attelage; l'autre chape est laissée moins tendue pour former chaîne de sûreté. La manœuvre inverse du volant produit le desserrage et le relevage des chapes articulées.

Le système d'attelage de M. Müller est fondé sur l'emploi d'un excentrique auquel est fixé un anneau qui s'engage dans le crochet de traction du véhicule opposé: l'excentrique est monté sur un arbre transversal qu'on manœuvre de l'extérieur au moyen d'une manivelle; pour soulever les anneaux et les retirer des crochets, on commence par déclencher un arrêt de sûreté à ressort, puis on manœuvre le levier de manière à dégager l'anneau. La transformation des véhicules existants consiste simplement dans le remplacement du tendeur d'attelage, par le système d'anneau à excentrique et par l'arbre transversal à manivelle.

Le modèle d'attelage exposé par M. Gruson, au premier étage de la galerie des Machines, comporte, à l'extrémité de la tige de traction, une tête articulée qui s'engage entre deux mâchoires fixées à l'extrémité de la tige du véhicule opposé; pour écarter ces mâchoires, on fait usage d'un levier-manivelle, situé extérieurement, et qui manœuvre un arbre transversal sur lequel est montée une came excentrique commandant la bielle qui produit l'écartement ou le rapprochement des deux mâchoires; la tête articulée reprend d'elle-même sa position, après qu'elle a été introduite entre les mâchoires, ou quand elle en a été retirée.

Signalons enfin le système proposé par M. Hanrez, Ingénieur à Bruxelles, pour supprimer les arrêts des trains de voyageurs, en accrochant, sans choc, une voiture par un train circulant en vitesse: c'est le problème inverse de celui qu'a réalisé la Compagnie de l'Ouest, pour le décrochage pendant la marche. Ce moyen consiste à placer, dans la voiture à accrocher, un tambour sur lequel s'enroule un câble ayant au moins 100 mètres de longueur; pour que le déroulement oppose une certaine résistance qui oblige la voiture à se mettre en mouvement progressif, M. Hanrez ajoute un frein d'un système quelconque sur le tambour, de manière que, quand le câble est déroulé de 100 mètres, la voiture a la même vitesse que le train auquel on l'a accrochée; on la rapproche alors de ce train en enroulant le câble sur le tambour par une machine à vapeur. L'auteur n'indique pas, il est vrai, par quel moyen on pourra accrocher le câble au train qui passe.

M. COSSMANN,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

L'AÉRONAUTIQUE A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

La question de la navigation aérienne est une de celles qui préoccupent au plus haut point l'esprit public; l'Exposition universelle de 1889 a offert au visiteur de nombreux et intéressants objets qui se rapportent à l'histoire des ballons dans les temps anciens et modernes. Les documents que l'on a pu avoir sous les yeux ont permis de se rendre compte des progrès accomplis dans ces dernières années et des espérances qu'il est permis d'avoir pour l'avenir.

Les expositions d'objets relatifs à l'aéronautique n'étaient point réunies en un même point; elles étaient en réalité au nombre de trois, ainsi réparties: 1^{re} Exposition rétrospective des ballons, dans le Palais des Arts libéraux (histoire du travail); 2^e Exposition aéronautique de la classe 52 (mécanique générale comprenant les aérostats) au premier étage de la Galerie des Machines, côté de l'Ecole militaire; 3^e Exposition aéronautique du Ministère de la Guerre, à l'Esplanade des Invalides. Il eût été assurément préférable de réunir tout ce qui concernait l'histoire de la navigation aérienne, mais, sans nous attacher ici à des critiques de détails, nous passerons successivement en revue les trois expositions que nous venons de mentionner.

1^{re} Exposition rétrospective des ballons (Palais des Arts libéraux). — Cette exposition faisait partie de l'exposition rétrospective des moyens de transport, qui comprenait l'histoire des transports par terre, par eau et par air. Le transport par air était représenté par la collection d'objets relatifs à l'histoire de l'aéronautique depuis son origine jusqu'à nos jours. Cette collection ayant été formée par celui qui écrit ces lignes, nous demanderons à nos lecteurs de n'en point faire nous-mêmes d'appréciation et nous en emprunterons la description à une excellente notice publiée par le *Journal Officiel*.

« Ce n'est pas seulement, dit l'auteur de cette notice, la technique du ballon que M. Gaston Tissandier nous retrace; à côté des épreuves

d'exécution, à côté des méthodes ou des essais de direction, il nous présente l'histoire singulièrement curieuse de l'enthousiasme que provoqua cette prise de possession du domaine de l'air. Une affiche calmant les imaginations émuës et prévenant les terreurs superstitieuses que peut éveiller la vue de ces globes isolés dans l'espace; les estampes destinées à consacrer le triomphe des premiers aéronautes; les fantaisies humoristiques qui répondaient à la préoccupation générale des esprits: tout a trouvé sa place dans cette curieuse collection.

» Nous y voyons jusqu'aux objets mobiliers que la mode transforme en représentation de ballons: des bijoux, des faïences, des toiles peintes où le ballon fait le principal motif du décor; l'inscription commémorative de la souscription pour le premier ballon à gaz (1783); une maquette admirable de Clodion pour un monument aux frères Montgolfier; le procès-verbal de la descente de Charles et Robert dans la prairie de Nesles en 1783; des lettres autographes de Franklin: une histoire complète et de l'invention et de son retentissement sur les imaginations du dix-huitième siècle. »

L'exposition rétrospective était complétée par des documents relatifs à l'histoire des ballons dans les temps modernes: aérostats du siège de Paris, aérostats dirigeables, photographie en ballon, etc.

2^e Exposition aéronautique de la classe 52 (*Galerie des Machines*). — Cette exposition comprenait d'intéressantes vitrines groupées au premier étage de la Galerie des machines. Nous citerons les plus importantes expositions.

M. Gabriel Yon, qui faisait partie de la classe 52 et qui a obtenu une médaille d'or, avait, par exception spéciale, son exposition organisée à l'Esplanade des Invalides, derrière celle du Ministère de la Guerre. On voyait là le système de ballon captif militaire de M. Yon, système dont le *Genie Civil* (1) a antérieurement donné la description, et dont plusieurs équipes ont été livrées aux armées de la Russie, de l'Italie, de la Chine, de la Belgique, etc. Ce système comprend un ballon en soie de Chine, un appareil portatif pour produire le gaz hydrogène, et un treuil à vapeur pour la manœuvre du ballon captif. Dans le pavillon de M. Yon figuraient également des soupapes pour ballon et des tubes d'acier contenant l'hydrogène comprimé par le procédé Nordenfliet. Chacun de ces tubes renferme 4 mètres cubes d'hydrogène comprimé à 130 atmosphères; il suffit d'en emporter une centaine en campagne, pour avoir la provision de gaz nécessaire au gonflement d'un petit ballon captif.

L'exposition aérostatique de la classe 52 comprenait en outre (et nous revenons ici dans la Galerie des Machines), l'installation de M. Lachambre, aéronaute-constructeur, qui a obtenu une médaille d'argent, et qui exposait un système de ballons captifs militaires, analogue à celui que nous venons de décrire, et les objets se rattachant à la confection des aérostats en soie de Chine pour les ascensions, ou à celle des ballons de baudruche dont il se fait une grande consommation dans les fêtes publiques.

M. Hervé, le savant directeur de la *Revue aéronautique*, a perfectionné le matériel des aérostats surtout au point de vue de leur emploi pour les voyages scientifiques et météorologiques; il a en outre exécuté de magnifiques ascensions d'étude, dont les résultats de l'une d'elles figuraient dans son exposition. L'ascension dont nous parlons ici est une des plus remarquables qui aient jamais été faites depuis l'origine des ballons. Elle a duré plus de 24 heures et a permis à M. Hervé de traverser la Manche en ballon depuis Boulogne jusqu'au voisinage des côtes de l'Ecosse.

A côté de M. Lachambre et de M. Hervé, figurait l'exposition de M. Gaston Tissandier, membre du jury, relative au premier ballon dirigeable électrique qu'il a construit et expérimenté en 1883-1884, avec la collaboration de son frère Albert Tissandier. Venaient ensuite l'exposition de la *Société française de navigation aérienne*, la collection du journal *L'Aéronaute*, publié par M. le Dr Hureau de Villeneuve, celle de l'*Académie d'aérostation météorologique*, dont M. W. de Fonvielle est le président; puis des projets de navigation aérienne de MM. Bary, A. Olivier, L. Fromage, et des épreuves de M. E. Cassé.

3^e Exposition aéronautique du Ministère de la Guerre (*Esplanade des Invalides*). — Cette exposition, organisée par l'établissement aéronautique de Chalais-Meudon, dirigé par M. le commandant Renard, était installée dans un vaste monument formant une salle rectangulaire au milieu de laquelle avait pu être suspendue la nacelle allongée du ballon dirigeable *la France*, avec son générateur d'électricité, son moteur dynamo-électrique et son propulseur à hélice. On y avait en outre, exposé tout le matériel construit par l'établissement de Chalais-Meudon.

Cette salle était ornée de peintures murales fort bien exécutées et très instructives: la reproduction en grand d'une ancienne aquarelle de Conté figurant le premier ballon captif de Coutelle, sous la première République; des tableaux donnant l'aspect des appareils pour la production du gaz hydrogène, depuis l'appareil de Coutelle (décomposition de la vapeur d'eau par le fer chauffé au rouge), et l'appareil de Charles (décomposition de l'eau à froid sous l'action du fer et de l'acide sulfurique), jusqu'aux appareils portatifs de nos équipes d'aérostats militaires; puis les appareils à circulation de M. Renard, les appareils d'Henri Giffard et celui de M. Gaston Tissandier.

Dans le fond de la salle, on avait placé un grand tableau comprenant l'aspect à la même échelle des principaux systèmes d'aérostats dirigeables:

1^{er} Projet du général Meusnier en 1784; — 2^e Aérostat d'Henri Giffard en 1852 (Ballon allongé muni d'une hélice et d'un moteur à vapeur); — 3^e Expérience de Dupuy de Lôme en 1872; — 4^e Expérience de l'Ingénieur autrichien Haenlein, qui, en 1873, a expérimenté, à l'état captif, un ballon allongé muni d'un propulseur actionné par

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XII, n° 26, page 401.

un moteur à gaz ; — 5^e Premier aérostat dirigeable électrique de MM. Tissandier, en 1883 et 1884 ; — 6^e Aérostat électrique la France, premier ballon dirigeable qui soit revenu à son point de départ après un parcours de quelques kilomètres.

La pièce capitale de l'exposition était l'aérostat dirigeable la France, dont la nacelle de 33 mètres de longueur était suspendue à la partie inférieure du ballon, représenté en saillie au plafond très élevé de la salle. Le ventre du ballon avait été modelé avec une parfaite exactitude. Il nous paraît certain que c'est actuellement vers l'étude des aérostats dirigeables que doivent se porter les efforts de ceux qui s'efforcent de faire progresser la navigation aérienne, mais c'est surtout vers le moteur qu'il s'agit de porter ses efforts.

Quelques esprits ingénieux, qui s'occupent de ce grand problème, s'attachent aux détails de forme et de construction du navire aérien avant de se préoccuper de ce qui est l'âme du système, c'est-à-dire du moteur qui lui assure la propulsion. Pourquoi les expériences aéronautiques de Chalais-Meudon, après celles que nous avons exécutées à Auteuil, mon frère et moi, en 1883, sont-elles restées en suspens ? Parce que l'aérostat la France, qui a donné jusqu'ici les résultats les plus satisfaisants que l'on ait obtenus dans les expériences de navigation aérienne, avait seulement une vitesse propre de 6 mètres par seconde ; ce navire aérien n'était dirigeable que lorsque les courants atmosphériques avaient une vitesse inférieure à 6 mètres par seconde. Or, pour que le vent ait une intensité aussi faible, il faut un temps calme, assez rare dans nos climats. L'aérostat la France, pour fonctionner par les temps ordinaires, avec des vents d'intensité moyenne, devrait avoir une vitesse propre de 10 à 12 mètres par seconde ; mais comme le poids qu'un ballon peut enlever est limité, il faudrait, pour obtenir un tel résultat, avoir à bord un moteur aussi léger que celui dont on s'est servi lors des premières expériences, et ayant une puissance beaucoup plus grande. Le problème de la navigation aérienne consiste aujourd'hui à trouver un moteur beaucoup plus léger que tous ceux dont on dispose actuellement dans l'industrie. Nous entendons par moteur l'ensemble du système mécanique comprenant : 1^o le générateur d'énergie ; 2^o la machine ; 3^o le propulseur ; 4^o la provision de combustible, charbon ou pétrole s'il s'agit de vapeur, produits chimiques s'il s'agit de moteurs électriques ou autres, nécessaires pour l'alimentation pendant un espace de temps de quelques heures. Ce problème n'est assurément pas insoluble, mais il offre de très grandes difficultés ; et ces difficultés sont celles qui entravent aujourd'hui les progrès de la navigation aérienne.

Un certain nombre de personnes vous diront : mais vous n'arriverez jamais à donner aux aérostats une vitesse propre suffisante pour remonter les courants aériens d'intensité moyenne ; il faut abandonner les ballons et recourir hardiment aux appareils d'aviation, au plus lourd que l'air. N'oublions pas que pour s'engager dans cette voie, ici encore, il faut des moteurs légers, plus légers même que pour l'aérostat allongé.

Nous croyons qu'il est sage de procéder méthodiquement et de commencer par la navigation aérienne par ballons. Il se peut que dans l'avenir les ballons dirigeables conduisent à l'aviation, mais aéronautes ou aviateurs ne peuvent rien faire sans moteurs légers.

Quoi qu'il en soit de la question de la navigation aérienne, il en est une autre qui offre aussi une haute importance, c'est celle des aérostats captifs pour les reconnaissances militaires. Depuis la guerre de 1870 et l'histoire glorieuse de la poste aérienne, les ballons n'ont pas été oubliés dans notre réorganisation militaire : chaque corps d'armée possède aujourd'hui une équipe complète d'aérostats captifs destinée aux reconnaissances aériennes et aux photographies en ballon. Le matériel militaire comprend : 1^o un ballon en soie de Chine (pong-hée) rendu imperméable au moyen d'un vernis siccatif à l'huile de lin cuite ; 2^o un appareil pour la fabrication du gaz ; 3^o une voiture-treuil comprenant le câble du ballon captif, le treuil où il s'enroule et le moteur à vapeur qui le fait fonctionner. Tout l'ensemble du système a été étudié depuis plusieurs années par M. le commandant Renard, qui a introduit dans la construction des perfectionnements importants.

La grande salle de l'aéronautique a donné l'exhibition des nacelles construites à Chalais-Meudon, des appareils pour la couture des étoffes, pour l'essai de la résistance des câbles aéronautiques et la confection complète des aérostats militaires.

L'aéronautique a été bien représentée à notre grande et magnifique Exposition de 1889, et nous croyons pouvoir terminer cette notice succincte en disant : les progrès que cet art essentiellement français a accomplis depuis quelques années, nous font bien présager de son avenir.

GASTON TISSANDIER.

LE MATÉRIEL DE LA NAVIGATION ET DU SAUVETAGE à l'Exposition de 1889 (classe 65, groupe VI).

Les nombreux modèles de navires exposés étaient répartis dans les sections respectives des nations auxquelles ils appartiennent : les modèles français se trouvaient dans le bâtiment du matériel de la navigation et du sauvetage, sur le quai ; les modèles anglais étaient placés dans la galerie du Palais des Machines ; le splendide modèle du paquebot *City of Paris* était dans la section américaine, entre le dôme central et le Palais des Machines, etc. Cette dispersion était regrettable, car la réunion de tous ces modèles de paquebots dans la même salle eût permis de se rendre beaucoup mieux compte de leurs caractères respectifs. Il eût été très intéressant, par exemple, de voir à côté les uns des autres le modèle de la *Touraine*, le nouveau paquebot à deux hélices de la Compagnie générale transatlantique qui sera bientôt lancé à Saint-Nazaire, celui du *Teutonic* de la « White star line », qui a déjà effectué plusieurs traversées, celui de la *Columbia*, de la Com-

pagnie hambourgeoise américaine, et celui du fameux paquebot de la Compagnie Inman et internationale, le *City of Paris*, qui est actuellement le plus grand marcheur du monde et le seul ayant franchi en moins de six jours les 2 800 milles qui séparent Queenstown de New-York. Ces trois derniers paquebots sont les plus récents : le premier a été lancé à Belfast, le second à Clydebank et le troisième à Birkenhead, sur la Mersey. Ces magnifiques modèles ayant valu des médailles d'or à leurs exposants, nous croyons devoir leur consacrer quelques lignes de description.

Le modèle exposé par la Compagnie « White star » représente le *Teutonic* et le *Majestic*, paquebots exactement semblables et dont le second est en achèvement à flot. Ce sont les navires les plus longs qui existent, le *Great-Eastern* étant démolí, car ils mesurent 177 mètres de longueur totale et jaugeent 10 000 tonneaux environ. Ce sont aussi les premiers navires construits spécialement pour servir de croiseurs auxiliaires, et d'après des plans approuvés par l'amirauté, qui les subventionne, à la condition de les avoir toujours sous la main pour être armés au premier signal.

Sur ce modèle sont placées, à leurs places respectives, les douze pièces de canon dont le navire sera armé en cas de guerre. Ses hélices sont à recouvrement ; celle de tribord se trouve à 1^m 82 plus sur l'arrière que celle de bâbord. Une cage d'hélice a été pratiquée dans le massif arrière pour le passage des extrémités des ailes. Cette disposition a été adoptée par les constructeurs, afin que les hélices débordant le moins possible en dehors, leurs ailes soient moins sujettes à être brisées au passage des écluses qui donnent accès dans les bassins à flot de Liverpool.

Les deux machines à triple expansion développent collectivement environ 17 000 chevaux indiqués, et impriment au navire une vitesse de 20 nœuds dans les bonnes circonstances. Les chaudières fonctionnent avec le tirage forcé par insufflation (système Howden modifié).

Il y a deux énormes cheminées de forme elliptique et trois mâts à pible, sans vergues.

On sait que le *Teutonic* a figuré dernièrement à la grande revue navale de la flotte anglaise, à Spithead, et qu'il a reçu la visite de l'empereur d'Allemagne. Ajoutons que les directeurs de la « White star line » avaient donné carte blanche à leurs constructeurs, MM. Harland et Woolf, de Belfast, dans les chantiers desquels ont été lancés tous les autres paquebots de cette grande Compagnie de navigation à vapeur.

Le paquebot *City of Paris*, qui est exactement semblable au *City of New-York*, son prédécesseur, est aussi un paquebot à deux hélices. Quoique un peu moins long que les précédents, il jauge 500 tonneaux de plus, à cause de sa plus grande largeur relative.

Sur son modèle, qui était peut-être le plus beau de tous ceux figurant à l'Exposition, sont installées les huit pièces de canon qu'il recevra lorsqu'il devra être transformé en croiseur auxiliaire ; ses 10 mâts de charge hydraulique dans la position qu'ils occupent pendant la traversée, ses seize embarcations, son projecteur électrique, etc. Il porte trois cheminées, trois mâts à pible, avec deux vergues au mât de misaine, et un beaupré qui sert de prolongement à son bel avant de clipper. Ses hélices sont à trois ailes seulement.

Le paquebot *City of Paris* a donné de meilleurs résultats de vitesse que le *City of New-York* ; il a développé jusqu'à 20 700 chevaux et soutenu une vitesse de 21 nœuds à l'heure pendant 24 heures consécutives.

Quant au paquebot *Columbia*, construit à Birkenhead, il est semblable à un autre vapeur de la même Compagnie hambourgeoise américaine qui se nomme *Augusta-Victoria* et a été construit à Stettin. Il porte trois mâts à pible et trois cheminées ; il a une quille plate et deux quilles latérales ; son massif arrière est percé d'une cage d'hélice, bien que ses deux propulseurs ne soient pas à recouvrement comme ceux du *Teutonic*.

Ces deux paquebots allemands présentent des innovations intéressantes et ont donné des résultats très remarquables. Le *Columbia* a développé 13 680 chevaux et a dépassé 20 nœuds aux essais. Il a fait le trajet de New-York à Southampton en six jours et dix-neuf heures, ce qui lui donne une vitesse moyenne un peu supérieure à dix-neuf nœuds à l'heure.

Le modèle de la *Touraine* est aussi fort beau. Cependant, ses deux cheminées espacées ne lui donnent pas cette apparence de puissance qui distingue les modèles précités.

Ce paquebot entrera en ligne au printemps prochain, et nous espérons qu'il donnera des résultats analogues, sinon supérieurs à ceux des nouveaux paquebots à deux hélices de la Compagnie allemande. Ses machines devront développer 12 500 chevaux en service, c'est-à-dire à peu près la même force, mais il sera plus long et d'un plus fort tonnage.

Cette comparaison nous amène à constater que les Compagnies rivales, anglaises et allemandes, nous ont distancées sous le rapport des paquebots à grande vitesse et à deux hélices, sur la grande ligne des États-Unis ; et cependant, notre Compagnie Transatlantique avait été la première à construire des paquebots à deux hélices (elle en possède cinq depuis une quinzaine d'années), qui lui rendent encore aujourd'hui d'excellents services sur ses lignes des Antilles (1).

La Compagnie des Messageries maritimes, qui a obtenu un grand prix comme la Compagnie Transatlantique, avait exposé un magnifique modèle du paquebot *La Plata*, qui est semblable au *Brésil*, dont le modèle se trouvait dans l'une des vitrines de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée. Ce dernier a été construit à la Seyne, tandis que l'autre a été lancé à La Ciotat, dans les chantiers de la Compagnie. Ce sont des navires de 146 mètres de longueur, de 5 400 chevaux de force et de 8 036 tonneaux de jauge, aménagés pour 132 passagers de première, 90 de deuxième et 744 de troisième classe.

(1) Le paquebot à 2 hélices *Ville de Brest*, à bord duquel vient de se produire une explosion de chaudière, est affecté à l'une des lignes de la Méditerranée.

Leur éclairage électrique comporte, pour chacun d'eux, 500 lampes à incandescence, et ils sont munis de machines réfrigérantes pour la conservation des vivres frais. Ils pourront être utilisés comme croiseurs auxiliaires et, dans ce cas, leur armement se composera de six canons de 14 centimètres et de huit canons-revolvers. Leur vitesse aux essais a été un peu supérieure à 17 nœuds.

A côté du magnifique roufle en teck, de 10^m 50 de long et destiné au paquebot *Polynésien*, la Compagnie des Messageries maritimes a exposé un superbe modèle de machine à triple expansion, l'hélice et la butée (à l'échelle de $\frac{1}{10}$) du paquebot *Portugal*, un modèle d'ancre sans jas de 3 500 kilogr. (du type adopté par la Compagnie sur tous ses paquebots), un modèle d'embarcation sur ses porte-manteaux à bascule, le joint universel de la ligne d'arbre du paquebot *Australien*, et un arrière de navire pour indiquer le principe de transmission adopté pour les drosses du gouvernail. Les autres modèles de la section française ont déjà été signalés dans le *Génie Civil* (1).

Dans la section américaine on remarquait, avec le modèle du *City of Paris*, celui du paquebot *Friesland*, construit pour la « Red star line » d'Anvers, et celui du vapeur *Mackay-Bennett* (pour les câbles sous-marins); dans la section italienne, le modèle du paquebot *Raffaele-Rubattino*; dans la section russe celui du vapeur-pétrolier *Russian-Prince*, etc.

Le bassin à flot de la classe 65. — Le seul navire ayant figuré dans ce bassin, pendant toute la durée de l'Exposition, a été la goélette *Volage*, qui appartient au baron Flavien de Grainville. Ce yacht élégant, de 104 tonneaux de jauge, mesure 25 mètres de long, 5^m 32 de large et 2^m 90 de creux.

L'Excursionniste, que M. Damey, Ingénieur-mécanicien, avait fait venir de Dôle à Paris, par les canaux et la Marne, est un bateau à deux coques jumelles et qui ressemble à un chaland dont toute la longueur est occupée par un roufle recouvert d'un toit arrondi.

Les deux coques sont en acier et divisées en 34 compartiments étanches. Leur longueur est de 28 mètres, leur largeur de 0^m 66 et leur creux de 1 mètre. Elles sont pourvues d'un gouvernail à chaque bout et recouvertes d'un pont de 30 mètres de longueur, au milieu duquel se trouve la machine à vapeur de 15 chevaux, qui actionne les deux tambours de 2 mètres de diamètre sur lesquels s'enroule la courroie métallique à palettes, qui sert de propulseur. Les tambours sont espacés de 6 mètres, dans le sens de la longueur, et les palettes métalliques, rivées sur la courroie flexible en acier, sont placées à une distance, l'une de l'autre, égale à leur longueur.

Lors des essais qui ont été faits le 27 août sur la Seine, entre le pont d'Iéna et Charenton, on a obtenu une vitesse de 16 kilomètres à l'heure, avec un recul de 10 % seulement.

Ce bateau ne cale que 0^m 45 avec 70 personnes à bord et sa provision de charbon; il ne produit presque pas d'ondulations, il gouverne très bien, grâce à ses quatre gouvernails, et son propulseur fonctionne aussi bien en avant qu'en arrière.

Ce mode de propulsion n'est pas nouveau, ainsi que le prouve le modèle de l'ancien bateau à vapeur de Desblanc, mû par des chaînes à palettes, qui figurait dans l'exposition rétrospective des moyens de transport, au pavillon des Arts libéraux.

Un autre bateau qui ne manquait pas d'intérêt et a figuré pendant quelque temps dans ce bassin, c'est le yacht américain *Neversink*, qui avait traversé l'Atlantique par ses propres moyens. Parti le 22 mai de Boston, il est arrivé le 28 juin au Havre et le 6 juillet à Paris. Il a été construit par le capitaine Norton et mesure 11 mètres de long sur 3^m 66 de large; il est gréé en yawl. Sa construction spéciale, à double coque et avec des compartiments à lest d'eau et à air comprimé, le rend insubmersible et inviolable.

Nous signalerons également le canot de M. Yarrow, dont le moteur est actionné au moyen de la vapeur de pétrole, système dont le *Génie Civil* (2) a déjà parlé.

M. Raoul Perrin, Ingénieur en chef des Mines, avait exposé le modèle d'un bateau toueur-automoteur. Ce système, qui n'a encore jamais été mis en pratique, consiste en une coque en fer très étroite, de chaque côté de laquelle il y a deux grandes roues à aubes. Celles-ci sont construites de façon à ce que la partie extérieure de chaque pale se relève pour diminuer le recul, dans le genre de ce qui se produit pour les pales articulées. La chaîne de touage passe sur une roue à empreintes placée au milieu du bateau et clavetée sur l'arbre des roues. Celles-ci, en tournant sous l'action du courant, font tourner la roue à empreintes qui agit sur la chaîne de touage et fait avancer le bateau contre le courant.

(A suivre.)

Capitaine L. MULLER.

CONGRÈS ET CONFÉRENCES DE L'EXPOSITION

Iron and Steel Institute

La réunion d'automne de l'Iron and Steel Institute devait avoir un intérêt spécial en 1889, puisqu'elle était tenue à Paris, pendant l'Exposition; nous devons cependant, pour rendre hommage à la vérité, reconnaître que le nombre des séances, qui avait été limité à deux, était complètement insuffisant pour absorber la discussion des mémoires présentés, et que la majeure partie du travail a dû être reportée au meeting du printemps en 1890, qui sera tenu à Londres.

La Société des Ingénieurs civils, en la personne de M. Eiffel, et la Société d'Encouragement, représentée par M. Haton de la Goupillière, son président, avaient tenu à souhaiter la bienvenue aux Ingénieurs

anglais, et c'est dans la grande salle de cette dernière Société que se sont tenues les séances.

Toutes nos félicitations à notre compatriote, M. H. Schneider, pour la médaille Bessemer, qui lui a été décernée, lors de la visite des Ingénieurs anglais au Creusot, pour services rendus à l'industrie du fer et de l'acier en France.

Le président de l'Iron and Steel Institute, sir James Kitson, dans son discours d'ouverture, constate la prospérité croissante de l'association, et, se reportant à l'année 1878, où, à l'occasion de l'Exposition universelle, eut lieu leur première réunion à Paris, il montre que, depuis cette époque, la fabrication de l'acier sur sole par le procédé Martin-Siemens s'est grandement développée; de plus, la déphosphoration Thomas Gilchrist a fait son apparition et a maintenant un grand succès commercial. La tour Eiffel (1) est un exemple de la puissance scientifique et du génie imaginaire des Français; en Angleterre, avec un esprit pratique depuis longtemps reconnu, le contrôle scientifique n'a pas lieu, aussi couramment, de s'exercer sur les travaux de construction. Il est certain que la nécessité et les conditions naturelles peu favorables ont stimulé en France la sagacité des savants dans le développement de l'industrie. C'est M. Lechatelier qui a suggéré à sir Wil. Siemens la fabrication de l'acier sur sole, et c'est P. Emile Martin qui l'a réalisée. C'est M. Gruner qui, le premier, a recommandé l'emploi de la chaux pour la déphosphoration, et qui, en 1878, à l'occasion de la discussion sur la communication de M. Périssé (forno-convertisseur Ponsard) a montré que cette épuraison n'était nullement empêchée par la température, que le tout était une question de garnissage basique et de scorie basique. MM. Thomas et Gilchrist avaient présenté une communication sur la déphosphoration en 1878, mais la lecture et la discussion en furent remises au printemps suivant. En dix années, la déphosphoration (qui atteint actuellement 2 millions de tonnes), a produit 8 571 851 tonnes, ainsi réparties :

	Tonnes
Angleterre	1.715.847
Allemagne	5.608.386
Autriche	
Luxembourg	
France	864.713 (2)
Belgique	382.905

Et cette fabrication se développe encore.

Il a été fait, l'année dernière, 600 000 tonnes de scories, qu'il suffit de broyer fin pour en faire un engrais de premier ordre.

M. Kitson fait ensuite allusion aux travaux du Congrès international des mines et de la métallurgie, et espère qu'un compte rendu sera inséré dans le *Journal de l'Iron and Steel Institute* pour les communications de MM. Gautier (sur le forgeage comparé à la presse et au pilon et sur les alliages ferro-métalliques), Brustlein (alliages de fer et de chrome), Osmond (études sur la trempe), Evrard (procédés de la trempe dans les bains métalliques). Il termine en rappelant que l'Iron and Steel Institute a beaucoup fait pour la diffusion des lumières et les progrès de la métallurgie.

M. Jordan, dans une *Note sur la sidérurgie française en 1887 et à l'Exposition universelle de 1889*, montre les progrès réalisés dans les dernières années. L'exploitation de la houille est passée de 16 805 000 tonnes en 1877 à 21 288 000 en 1887, quoique le nombre des bassins houillers n'ait pas sensiblement augmenté.

La fabrication du coke est centralisée actuellement entre les fours perfectionnés du système appelé belge, Smet, Coppée, etc. Les fours Appolt ne se développent pas, et les efforts que font les fabricants de coke tendent surtout à diminuer la proportion de charbon gras dans les mélanges. C'est ainsi qu'on a essayé le four Bauer au Creusot, mais on manque de détails sur les résultats de son fonctionnement. Plusieurs établissements emploient les fours Carvès et Seybel pour récolter les produits ammoniacaux de la carbonisation.

La fabrication de la fonte a donné 1 568 000 tonnes en 1887, contre 1 506 000 en 1877; le nombre des fourneaux est tombé de 232 à 101; par contre, la production moyenne de chacun d'eux a plus que doublé: de 6 500 tonnes annuellement, elle est montée à près de 15 000 tonnes.

La fonte Thomas, pour déphosphoration, se produit maintenant avec la composition suivante :

	Blanche	Truitée
Manganèse	1.5	2 »
Carbone	3 »	3.2
Silicium	0.2	0.35
Soufre	0.04	0.02
Phosphore	2 »	2.2

Quant aux fontes ordinaires fabriquées en Meurthe-et-Moselle, elles renferment :

	Moulage.	Blanche d'affinage.
Graphite	2,5	0
Carbone combiné	0,7	2,75
Silicium	2,4 à 2,75	0,3 à 0,6
Soufre	0,02 à 0,05	0,25 à 0,50
Phosphore	1,6 à 2	1,6 à 2

Dans la Loire on se sert, pour produire des fontes supérieures, du

(1) On sait que l'idée primitive et l'avant-projet de la tour de 300 mètres sont dus à un Ingénieur de la maison Eiffel, M. Nouguier, ancien élève de l'Ecole des Mines de Paris. Il n'en reste pas moins à M. Eiffel le mérite d'avoir fait adopter par le gouvernement ce projet si grandiose et de l'avoir exécuté à ses risques et périls.

(2) En réalité, la production de la France, en acier déphosphoré, doit être augmentée à cause des produits obtenus sur sole en magnésie ou en fer chromé, qui ne payent pas de redevance aux inventeurs anglais.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 22, p. 534, et n° 23, p. 555.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XIII, n° 44, p. 473.

procédé d'épuration Rollet; on sait qu'il consiste en une fusion dans un cubilot à garniture basique et paroi refroidie par un courant d'eau, la fusion se faisant à l'air chaud. Il y a élimination de la totalité du soufre et d'une partie du phosphore; on obtient, ainsi, des fontes épurées qui peuvent être moins chères que des fontes pures produites avec minerais manganésifères.

Aux forges de l'Adour (aciéries du Boucau), qui font partie de la Société des Hauts fourneaux, etc. de la Marine et des chemins de fer, on produit, dans un petit fourneau, du ferrochrome ayant jusqu'à 65 % de chrome; et, à Firminy, on a pu faire du silicospiegel ayant plus de 20 % de silicium, dans un haut fourneau qui peut produire 120 tonnes de fonte par jour, et qui fait 10 à 15 tonnes de cet alliage.

Aux hauts fourneaux de Saint-Louis, on continue à faire des fontes spéciales en concurrence avec les usines étrangères: ferromanganèse ayant jusqu'à 87 % de manganèse, ferrosilicium et silicospiegel atteignant 14 % de silicium.

La production du fer fin, aux feux d'affinerie, est en grande décadence. Le nombre des bas foyers est tombé, depuis dix ans, de 249 à 59, et ces derniers sont localisés dans quelques régions boisées ou montagneuses.

Les fours à puddler, pour fer, ont diminué de 993 en 1877, à 637 en 1887; ceux pour acier ont été éprouvés dans le même rapport, leur nombre s'est abaissé de 51 à 35. La production a suivi les variations suivantes:

	1877.	1887.
Fer puddlé.	821 000	617 997
Acier puddlé.	20 273	12 532
Fer au bois.	63 487	16 864

La fabrication de l'acier Bessemer n'occupe actuellement que 28 convertisseurs, tandis que le procédé basique est représenté par une capacité de 15 convertisseurs, d'une production possible de 500 000 tonnes par an.

Jouff.	6 convert.	Capacité. . .	64 tonnes par jour.
Longwy.	3 —	—	45 —
Valenciennes.	2 —	—	20 —
Creusot.	2 —	—	20 —
Pagny.	2 —	—	20 —

En 1887, on ne pouvait compter que sur une fabrication totale d'acier de 324 000 tonnes, se décomposant en 180 000 tonnes acide et 144 000 tonnes basique:

Rails.	189 200 tonnes.
Aciers.	107 300 —
Divers.	28 400 —

Les aciéries de Longwy, à elles seules, font 250 à 300 tonnes d'acier basique par jour et produisent, notamment, un acier extra-doux, renfermant:

Carbone.	0,08
Manganèse.	0,25 à 0,30
Soufre.	Traces.
Phosphore.	0,03 à 0,05

avec une résistance à la traction au-dessous de 38 kilogr. par millimètre carré et un allongement de plus de 28 %.

M. Jordan cite, en passant, l'industrie de l'affinage des fontes au petit convertisseur avec insufflation d'air latéralement, près de la surface. Ces convertisseurs, dont on cherche à élever le travail à la hauteur d'un procédé, ont été imaginés par MM. Walrand et Robert, après l'insuccès reconnu des convertisseurs Clapp et Griffith. Nous aurons l'occasion d'en reparler, quand nous rendrons compte de la communication de M. Lynwood Garrison (de Philadelphie) sur le même sujet. M. Jordan pense que l'usine de Stenay est la seule qui produise de l'acier avec le convertisseur Walrand-Robert; nous croyons savoir que l'on s'en sert également à Saint-Nazaire, pour préparer l'affinage de la fonte dans la fabrication sur sole. Nous ne voyons pas, dans ce cas, puisque l'affinage n'est pas poussé jusqu'à sa dernière limite, pourquoi on n'utilise pas, de préférence, les grands convertisseurs de l'usine, qui sont loin d'être occupés et qui travailleraient avec un déchet moindre.

L'acier sur sole est représenté, en France, par environ 75 fours, et nous sommes heureux de reconnaître que MM. E. Martin, de Sireuil, ont été les pionniers de cette fabrication.

	1887.	1889.
Nombre de fours.	49	75
Rails.	13 709	
Aciers divers.	90 498	
Toles.	39 557	
Production totale:	143 764	

Le nombre de fours a, comme on le voit, notablement augmenté depuis 1887; et, comme la capacité des nouveaux fours a été portée de 3 à 4 tonnes à 10 et même 20 et 35 tonnes, la production a dû beaucoup s'accroître.

Les fours sont généralement fixes et du type *Martin-Siemens*; le genre tournant, dit *Pernot*, ne s'est pas développé, sans doute à cause de la complication de son mécanisme et de sa tendance à oxyder le métal; le genre *Batho*, à voûte ronde surélevée et régénérateurs circulaires au-dessus du sol, n'a été essayé que dans une aciérie du Nord.

Le travail dit *ore process*, c'est-à-dire fusion d'un mélange de fonte et de minerai, n'est appliqué qu'à Alleverd. On emploie surtout le *scrap process*, ou fusion d'un mélange de fonte et de ferraille.

Suivant que l'on veut déphosphorer ou non, le travail se fait sur sole *basique*, c'est-à-dire en magnésie, ainsi que l'a fait breveter

M. Muller en 1869, ou en dolomie, conformément aux brevets Thomas et Gilchrist, ou sur sole *neutre* en fer chromé, telle que l'ont imaginée MM. Valton et Rémaury.

Quant à la sole siliceuse ou *acide*, elle ne peut servir qu'au travail avec matières pures, sans possibilité d'épuration quelconque; elle semble destinée à diminuer de plus en plus d'importance.

L'acier cimenté et l'acier au creuset sont dans un état stationnaire, car ils ne répondent qu'à des besoins tout à fait spéciaux.

	1877	1887
Nombre de fours.	101	39
Production.	7.252	7.532

On emploie de plus en plus le chauffage des creusets par le système Siemens, ce qui explique que la production ne change pas, malgré la diminution du nombre des fours. On remplace les anciens fours au coke, et à 2 ou 4 creusets, par des fours à 20 et même 40 creusets.

C'est ainsi qu'ont été produits les aciers si divers exposés par la maison Holtzer et auxquels nous ne reprocherons que de manquer de détails de fabrication et d'analyses: il ne suffit pas, pour attirer l'attention, de dire: voilà des aciers au carbone, au manganèse, au chrome et au tungstène; il serait intéressant de savoir si ces corps divers, considérés jusqu'à présent et dans la plupart des cas comme des impuretés, sont ici, dans ces aciers, à l'état infinitésimal ou en quantité importante; il y a là une lacune regrettable, que l'on aurait pu combler sans nuire aux intérêts commerciaux de l'affaire.

Nous laisserons M. Jordan passer en revue les principaux produits de nos grandes aciéries, et nous arriverons à ce qui nous semble le morceau capital de sa communication, l'influence de la science dans la métallurgie française:

Les études et les recherches chimiques intéressent la métallurgie du fer ont été nombreuses depuis un certain nombre d'années; elles n'ont pas été stériles pour l'industrie. Le procédé Thomas et Gilchrist est un de leurs fruits dont l'importance ne se discute pas: ce sont les écrits scientifiques de feu le professeur Gruner qui conduisirent MM. Thomas et Gilchrist à faire leurs essais de garniture basique, comme ils l'ont dit eux-mêmes à l'auteur en 1878. Le procédé Rollet, la garniture Valton-Rémaury, d'autres procédés encore peuvent aussi être justement considérés comme des résultats provenant du laboratoire chimique.

Depuis l'extension considérable prise par la fabrication des nouveaux aciers fondus (les aciers Bessemer et Siemens-Martin), ces métaux ont été particulièrement l'objet des études des chimistes, aidés souvent par les ingénieurs-mécaniciens, comme le montrent entre autres les travaux de M. Deshayes sur les relations entre les propriétés mécaniques et la composition des divers aciers.

Mais ce qui caractérise peut-être le plus les travaux et les recherches scientifiques intéressant la métallurgie du fer entreprises en France depuis une dizaine d'années, c'est l'intervention de la physique proprement dite dans ces recherches.

Les métallurgistes possédaient déjà les travaux calorimétriques de MM. Troost et Hautefeuille sur les fontes carburées, silicées, manganésées. On peut citer depuis les recherches de M. Forquignon sur la fonte malléable et les aciers, celles de M. Pionchon sur les chaleurs spécifiques et les changements d'état du fer aux températures élevées, les travaux de MM. Osmond et Werth, ingénieurs du Creusot, sur la structure intime de l'acier, ceux de M. Osmond sur les transformations du fer et du carbone dans les fers, les aciers et les fontes blanches, travaux où interviennent en même temps l'analyse chimique, la calorimétrie, la microscopie et même l'emploi d'appareils électriques. Les visiteurs de l'Exposition peuvent voir, dans la galerie métallurgique, un appareil employé dans l'aciérie de Montluçon-Saint-Jacques à des recherches de cette nature: la machine Evrard à mesurer les dilatactions des métaux aux températures élevées. A côté, se trouve la lunette pyrométrique de MM. Mesuré et Nouel, ingénieurs de cette usine, pour la détermination pratique de la température des corps incandescents, basée sur des phénomènes de polarisation.

Ces diverses recherches scientifiques ont eu sur les usines métallurgiques françaises une influence qui est considérable, quoiqu'il ne soit permis à l'auteur que de la faire en quelque sorte deviner. Un de leurs résultats, et qui n'est pas le moindre, est l'extension considérable qu'ont prise en France la fabrication et l'emploi des moulages d'acier, fait qui frappe forcément l'attention du visiteur de l'Exposition de 1889.

Le forgeage, la trempe et le recuit des aciers, et spécialement des aciers en grande masse, ont fait des progrès considérables. La trempe n'est plus maintenant, comme autrefois, une opération ayant seulement pour but de durcir les aciers en vertu d'une propriété en quelque sorte mystérieuse. Elle a été expliquée, grâce aux travaux de MM. Osmond et Werth, assez bien pour qu'on sache maintenant tirer parti des modifications moléculaires qu'effectuent dans les métaux fondus les changements plus ou moins brusques de températures résultant de divers procédés de trempe et de recuit, comme par exemple la trempe dans les mélanges réfrigérants, brevetée par MM. Schneider et C^{ie}, et la trempe au plomb fondu employée dans les aciéries de Montluçon-Saint-Jacques. Ce n'est pas toujours la dureté, généralement liée autrefois à la fragilité, que l'on veut obtenir et qu'on obtient par la trempe: c'est quelquefois l'inverse, c'est-à-dire le corps et la malléabilité.

M. Gilchrist, en réponse à la communication de M. Jordan, dit que les expériences qu'il a faites avec Thomas ont eu lieu avant qu'ils n'aient eu connaissance des écrits de Gruner (1). M. Jordan avait cru le contraire.

Sir Lowthian Bell dit que l'honneur d'avoir déterminé les conditions dans lesquelles le phosphore peut s'éliminer appartient, sans nul doute, à Gruner; mais il y avait loin de l'annonce d'une vérité scientifique de cet ordre à la réalisation pratique de ses conséquences. Tout le monde connaît les difficultés rencontrées par M. Snelus et par tous ceux qui ont entamé cette question, surtout pour fixer le revêtement basique au convertisseur et le rendre durable; cette partie du

(1) Cette assertion est conforme à ce que MM. Thomas et Gilchrist ont déclaré dans leur communication de 1879; les écrits de Gruner, de 1867, les ont encouragés quand ils attendaient la construction d'un convertisseur pour continuer leurs essais.

procédé est acquise, sans conteste, à M. Riley, et Gruner aurait pu la découvrir s'il s'était occupé de la mise en pratique de la déphosphoration. MM. Thomas et Gilchrist ont eu la bonne fortune de trouver en MM. Bolckow-Vaughan, de Middlesbrough, avec la collaboration de M. Windsor Richards, une aide considérable pour les expériences en grand, aussi variées que coûteuses.

M. Jordan répond que les idées scientifiques de Gruner ont été imprimées en 1866 et 1867. En 1868 et 1869 on fit, en France, des expériences en petit avec un garnissage magnésien. On devait faire, au Creusot, des essais en grand, lorsque la guerre de 1870 est arrivée, qui a remis tout en question. Sans cet événement, il est probable que la déphosphoration aurait été découverte six ans plus tôt.

La communication suivante a consisté dans la présentation du projet de MM. Schneider et Hersent pour le *Pont sur la Manche*, dont le *Génie Civil* (4) a dernièrement donné un compte rendu détaillé. La discussion en a été remise à une date ultérieure.

(A suivre.)

Congrès monétaire international.

Le Congrès monétaire international a siégé à Paris du 11 au 14 septembre, sous la présidence de M. Magnin. L'ordre du jour préparé par le Comité d'organisation constituait un programme complet et fort intéressant que nous reproduisons :

1^o Rapport de la commission de statistique nommée par le Comité d'organisation;

2^o Recherche des causes de la baisse de l'argent par rapport à la valeur de l'or;

3^o Quels dommages la baisse de l'argent et les fréquentes fluctuations de sa valeur, par rapport à la valeur de l'or, causent-elles au commerce, à l'industrie, à l'agriculture, aux finances des gouvernements?

4^o Examen des moyens proposés pour remédier à cet état de choses;

5^o Avantages et inconvénients des unions monétaires de plusieurs Etats, avec circulation réciproque;

6^o Entretien de la circulation monétaire.

On n'est pas sorti du débat sur les quatre premiers points. Le Congrès a été clos sans qu'on ait pu épuiser la liste des orateurs inscrits. Il est intéressant de remarquer que M. Lalande et M. Cernuschi ont été seuls parmi nos compatriotes à prendre la défense du bi-métallisme.

Voici la liste des orateurs, en indiquant et leur pays et leurs points de vue :

Mono-métallistes : France : MM. A. Coste, Levasseur, Frédéric Passy, Clément Juglar, Mannequin, Fournier de Flaix, Du Puynode, O. Haupt, Arthur Raffalovich.

Bi-métallistes : France : Cernuschi, Lalande ; Belgique : Allard, banquier et entrepreneur de la Monnaie, à Bruxelles, de Laveleye, professeur à l'Université de Liège ; Hollande : Binsevain ; Etats-Unis : Dana Horton ; Allemagne : Arendt, Koch ; Angleterre : Grenfell, professeur Foxwell, Fielden, Sir H. M. Thompson ; Espagne : Meret y Prendergast.

Si les bi-métallistes ont cru, en venant au Congrès, qu'ils avaient partie gagnée, et que, en tous cas, la résistance serait faible, l'événement a sérieusement dû les déromper. Les partisans de l'étalon d'or n'ont pas laissé une objection sans réponse, et à leurs adversaires, les mettant au défi de formuler un programme, ils ont répondu en développant des propositions fermes et positives. Les bi-métallistes ont déployé cependant toutes leurs séductions et toutes leurs menaces ; ils n'ont rien négligé pour amener des défections dans le camp de leurs adversaires ; ils se sont adressés à la raison et au cœur ; ils ont parlé des souffrances de l'agriculture, de celles des ouvriers, de la malheureuse situation des Hindous, de la nécessité d'empêcher une révolution sociale, de prévenir les grèves, de la fraternité des peuples. Ils ont agité le spectre de la suspension du *Bland act* aux Etats-Unis. Ils ont montré le monde submergé sous une avalanche de métal blanc absolument invendable. Ils ont appelé tous leurs sophismes sur la monnaie, sur son origine, sur son rôle ; ils ont nié une fois de plus les lois naturelles, c'est-à-dire les relations établies entre les choses par la force même de la nature.

A tous les maux de l'humanité ils offrent une panacée d'un emploi universel et d'une application bien facile, puisqu'il suffit que les ambassadeurs de quatre des plus grandes nations du monde se réunissent autour du tapis vert d'une table et apposent leurs signatures sur un document diplomatique établissant la frappe illimitée de l'argent sur la base du rapport de 1 à 15 1/2.

M. Grenfell, ancien gouverneur de la Banque d'Angleterre, est venu rendre compte de la situation du bi-métallisme de l'autre côté du détroit. Il a reconnu très franchement que, ni parmi ses collègues de la Banque, ni parmi les membres du Club économique de Londres, le bi-métallisme n'avait la majorité. Mais dans le pays, notamment dans les districts manufacturiers du Nord, surtout à Manchester, il avait conquis un terrain considérable. L'attitude du gouvernement anglais serait plus favorable qu'en 1881. Lord Salisbury a déclaré qu'il attendait de bons résultats du Congrès international de Paris et, seul de tous les Gouvernements, il s'y était fait représenter par deux délégués muets.

M. Arendt, secrétaire de la Ligue allemande pour le bi-métallisme international, et porte-paroles de la féodalité agraire de la Prusse, est venu dire aux Anglais que, s'ils adoptaient le bi-métallisme, l'Allemagne reviendrait au libre-échange.

Les défenseurs de la véritable théorie monétaire n'ont pas été moins ardents à exposer leurs idées. Nous n'aurions pas cru possible de voir apporter autant de chaleur dans un débat scientifique.

M. Frédéric Passy, notamment, parlant après M. de Laveleye, a trouvé des accents de la plus rare éloquence, pour réduire à néant les sophismes de l'élégant professeur de Liège.

MM. Coste, Levasseur, Fournier de Flaix, etc., ont affirmé qu'il était absurde de les accuser de vouloir supprimer l'argent. Ils se bornent à lui assigner la place que les habitudes ont faite à ce métal encombrant. Ils veulent en limiter le pouvoir libérateur à 500 ou 1 000 francs, en faire en quelque sorte l'appoint de la circulation intérieure, et réserver à l'or sa place incomparable comme moyen d'échange international.

L'un après l'autre, les partisans de l'étalon d'or unique ont mis au défi un Gouvernement quelconque de présenter à la ratification du Parlement français un projet de traité conclu avec les Etats-Unis, l'Allemagne et l'Angleterre pour établir la frappe illimitée de l'argent et pour restaurer le rapport de 15 1/2.

Ce serait faire un marché de dupe au profit des Etats-Unis et de leurs *silvermen*, au profit des marchands de cotonnades de Manchester, des arbitragistes et de quelques autres intérêts particuliers.

M. Levasseur est allé plus loin dans la voie de l'ironie. Il ne s'oppose pas à la frappe illimitée de l'argent, à une condition toutefois, c'est qu'elle ait lieu au taux du marché. Il faudra apporter à la Monnaie 30 ou 32 grammes d'argent, et celle-ci nous rendra un écu de 5 francs.

Il est un point sur lequel les bi-métallistes ne se sont pas trop étendus ; ils ne prétendent pas forcer le public à prendre plus d'argent blanc qu'ils n'en acceptent aujourd'hui ; ils laisseraient volontiers ce métal dans les caves des banques et ils émettraient par contre des billets de crédit.

Ont-ils la prétention d'émettre de toutes petites coupures ? En ce cas, ils se heurteraient, en France du moins, à des préventions de plus en plus enracinées, contre l'emploi de petits billets. Ceux-ci sont plus faciles à contrefaire, plus difficiles à contrôler.

Nous ne savons pas ce que les bi-métallistes attendaient du Congrès international de Paris, mais on ne se tromperait pas beaucoup en disant qu'ils ont subi une vive déception. Ils ont beau affirmer le contraire dans les journaux anglais et allemands qui sont à leur dévotion, et dans lesquels le compte rendu des discussions a été singulièrement partial, les arguments des partisans de l'étalon d'or étant supprimés ou tronqués.

M. Cernuschi, qui est un beau joueur, sentant la partie perdue, relativement à l'effet moral du Congrès, a fondé un prix de 10 000 francs pour le meilleur mémoire sur la question de savoir comment se comporterait dans le présent et dans l'avenir la valeur réciproque du métal argent et du métal or avec le monnayage libre et gratuit pour le public, en Angleterre, en Allemagne, en France et aux Etats-Unis, l'unité monétaire bi-métallique étant la pièce de 5 francs en argent et le dollar d'or des Etats-Unis.

M. Goschen, auquel M. Cernuschi avait demandé d'être le juge du concours, s'est excusé par une lettre très flatteuse pour le protagoniste du 15 1/2 international.

Si l'on nous demande d'apprécier les résultats pratiques et tangibles du Congrès monétaire international, nous répondrons qu'ils se bornent à démontrer l'existence en France d'un courant d'opinion éclairé, contraire aux théories du bi-métallisme.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Après la clôture. — Dès le jeudi matin 7 novembre, le déménagement a commencé dans toute l'Exposition, et il a été conduit avec une extrême rapidité, surtout dans les diverses sections françaises où les exposants n'étaient pas entravés par des formalités de douane.

Actuellement, la plupart des galeries sont entièrement évacuées, sauf toutefois le Palais des Machines, où les travaux de démontage et d'enlèvement des grosses pièces dureront nécessairement plusieurs semaines. On a également commencé la démolition ou le démontage d'un grand nombre des pavillons situés au Champ de Mars ou à l'Esplanade des Invalides.

Quant à la question de la conservation d'une partie des palais du Champ de Mars, elle est réservée jusqu'à ce que la nouvelle Chambre ait pris une résolution définitive à ce sujet. Toutefois, il est probable que les palais des Beaux-Arts et des Arts Libéraux, le Dôme central, la Galerie de trente mètres et le Palais des Machines seront conservés, et qu'on vendra par adjudication les fermes des galeries des Industries diverses.

Le bruit avait tout d'abord couru que les exposants pourraient vendre leurs produits dans l'enceinte de l'Exposition pendant les quelques jours qui suivraient la clôture. Mais, craignant sans doute des réclamations de la part du commerce parisien et désireux, en outre, de hâter le plus possible l'évacuation des divers locaux du Champ de Mars, l'Administration a défendu aux exposants de vendre leurs marchandises et a fait interdire presque partout l'accès des galeries. Aussi tout l'intérieur de l'Exposition a-t-il pris, dès le lendemain de la clôture, une physionomie désespérément morne.

Le public a cependant profité, dans une certaine mesure, de la faculté qui lui était laissée d'entrer tous les jours au Champ de Mars jusqu'à quatre heures en donnant un ticket. Voici, du reste, les chiffres des entrées payantes pour les quelques jours qui ont suivi immédiatement la clôture :

	Entrées avec tickets.
7 novembre	13.971
8 —	8.170
9 —	6.425
10 — (dimanche)	11.545
11 —	5.921
12 —	5.411

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 23, p. 589.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 14 octobre 1889.

Physique. — *Sur l'analyse optique des huiles et du beurre.* Note de MM. E. H. AMAGAT et Ferdinand JEAN.

MM. Amagat et Ferdinand Jean ont reconnu, à la suite de nombreux essais, que la variation apportée à la valeur de l'indice de réfraction des diverses espèces d'huiles par les corps généralement employés à leurs falsifications, peut servir de base à une méthode optique d'analyse et de contrôle, également applicable à la recherche de l'oléomargarine dans le beurre.

L'instrument dont ils font usage est une sorte de réfractomètre spécialement disposé pour ce genre de recherches, à l'aide duquel on a d'abord constaté que la déviation obtenue en introduisant dans le prisme de nombreux échantillons d'une même espèce d'huile, ne varie que dans des limites assez étroites avec la provenance. Ainsi, en opérant avec dix échantillons de provenances diverses, on a obtenu des déviations comprises entre 1 et 2 divisions avec les huiles d'olives; entre 3,5 et 4 divisions avec les huiles d'arachide; entre 16,5 et 17 divisions pour les huiles de colza; la déviation a été de 20 divisions pour les huiles de coton, de 40 pour les huiles de ricin, 53 pour les huiles de lin, etc.

Les huiles de pieds de mouton, de bœuf, de cheval et l'huile de spermaceti présentent un caractère bien tranché: l'huile de pied de bœuf étant prise pour type, elles dévient à gauche, tandis que toutes les huiles végétales dévient à droite.

Les huiles de résines et les huiles minérales sont faciles à reconnaître dans leurs mélanges avec les huiles végétales par la diminution notable de déviation qu'elles produisent; il est facile, au moyen de cet appareil, de reconnaître ces diverses falsifications dès qu'elles atteignent des proportions un peu notables; des tableaux spéciaux ont été disposés dans ce but.

On peut aussi reconnaître facilement, avec le même instrument, la présence de l'oléomargarine dans le beurre; cette matière, obtenue avec des beurres naturels de diverses provenances, fournit une déviation constante de 35 divisions (prenant l'huile de pied de bœuf comme type); avec la margarine préparée avec de la graisse de rognons de bœuf et de veau, on obtient seulement 19 divisions.

Toutes les huiles végétales donnant de fortes déviations à droite, c'est-à-dire en sens contraire des déviations produites par le beurre pur, les falsifications opérées avec ces substances sont encore plus faciles à reconnaître.

Chimie. — *1° Déplacements réciproques entre les éléments halogènes et l'oxygène; acide bromhydrique et iohydrique,* par M. BERTHELOT.

Poursuivant la communication de ses recherches sur les déplacements réciproques entre les éléments halogènes et l'oxygène, M. Berthelot présente aujourd'hui à l'Académie le résultat de ses recherches dans cet ordre d'idées en ce qui concerne l'acide bromhydrique et l'acide iohydrique. Parmi les observations recueillies par l'auteur, il faut signaler les faits suivants: en l'absence de l'eau, le gaz oxygène détruit vers 400° à 500° le gaz bromhydrique, conformément à la théorie; la même réaction a lieu à froid, lorsqu'on opère en présence d'une dose insuffisante d'eau pour former les hydrates saturés d'eau, c'est-à-dire avec l'acide bromhydrique fumant; dans ce dernier cas, cette action est arrêtée presque de suite, grâce à la formation de perbromure d'hydrogène, le brome mis en liberté s'unissant à mesure avec l'hydrogène en excès.

Enfin, en présence d'un grand excès d'eau, l'oxygène demeure sans action à froid sur l'acide bromhydrique; il n'agit pas davantage sur les solutions étendues de bromure de potassium, soit pur, soit additionné d'acide chlorhydrique.

La décomposition de l'acide iohydrique pur par l'oxygène libre, observée depuis longtemps, a lieu dès la température ordinaire, dans les solutions étendues, sous l'influence déterminante de la lumière; elle est progressive et devient même totale, ou sensiblement totale, à la longue.

L'oxygène seul n'agit pas à froid sur une solution étendue d'iode de potassium. Mais si l'on introduit une solution saturée à froid d'iode de potassium dans un grand flacon en présence de l'air, les choses ne se passent plus de même; la liqueur se teinte

aussitôt en jaune, même à la lumière diffuse, et la coloration augmente peu à peu; elle répond à la teinte du triiodure. Il se produit donc une action nettement caractérisée, quoique limitée, de l'oxygène ordinaire sur l'iode de potassium concentré avec production de triiodure.

La mise en liberté de l'iode, par l'action de l'oxygène ordinaire sur une solution saturée d'iode de potassium, se manifeste encore en ajoutant à cette solution une goutte d'alcool. Au bout de quelques jours, il se développe une forte odeur d'iodoforme.

2° Nouvelle relation entre les sucres et les composés furfuriques. Constitution du méthylfurfural et de l'isodulcité. Note de M. MAQUEUNE.

3° Sur la fermentation de la raffinose en présence des diverses espèces de levure de bière. Note de M. D. LOISEAU.

A propos de la communication faite par M. Berthelot sur la fermentation de la raffinose, M. Loiseau rappelle les observations qu'il a réunies sur la même question, appuyant principalement sur les suivantes:

Alors que le sucre fermente complètement en présence des diverses levures de bière, qu'elles proviennent des brasseries où l'on pratique la fermentation haute ou de celles où l'on pratique la fermentation basse, la raffinose se comporte d'une manière bien différente. En effet, sa fermentation est complète en présence de la levure de bière d'une fermentation basse; et les proportions d'alcool et d'acide carbonique qu'on obtient alors s'accordent avec les quantités qui répondent à sa composition élémentaire.

Mais en présence de la levure de bière issue d'une fermentation haute, les résultats qu'on obtient sont bien différents; alors la raffinose ne fermente que partiellement; elle ne fournit en alcool et acide carbonique, que le tiers de ce qu'on obtient avec la levure de fermentation basse. Il reste dans le liquide fermenté une substance qui agit sur la liqueur de Fehling, comme s'il y avait une quantité de glucose égale à celle qui a fermenté, soit un poids égal à la moitié de celui qu'on obtient par l'action directe et immédiate des acides sur la raffinose.

4° Observations sur la communication faite par M. Ch. Guignet dans la séance du 30 septembre dernier. Note de MM. C. VINCENT et DELACHANAL, présentée par M. Friedel.

M. Guignet a fait connaître le résultat de ses recherches relatives à l'action du sulfate de cuivre ammoniacal sur la dissolution de diverses matières, notamment de la mannite, et termine cet intéressant travail en disant qu'il a pu retirer de la mannite très bien cristallisée du précipité cuivrique obtenu dans une décoction de varechs et dans du jus de bois de sorbier, avant la séparation de la sorbite.

Or, MM. C. Vincent et Delachanal ayant à leur disposition de la sorbite chimiquement pure, cristallisée dans l'eau en longues aiguilles fusibles à 51°, obtenues par des procédés qu'ils ont fait connaître antérieurement, ont constaté que cette matière est précipitée d'une façon complète par le réactif de M. Guignet. L'addition de sulfate de cuivre ammoniacal dans le jus de sorbes précipite donc la sorbite elle-même.

La production de ce précipité ne permet pas de conclure à la présence de la mannite dans le jus de sorbes, ni à sa séparation de la sorbite.

Agriculture. — *Sur l'atmosphère confinée dans le sol.* Note de M. TH. SCHLÖESING fils.

Bien des phénomènes intéressant la végétation sont en relation étroite avec la composition de l'atmosphère confinée dans le sol. Parmi eux, on peut citer la combustion lente de la matière organique, la formation des bicarbonates, la nitrification, la réduction des nitrates, la respiration des racines, etc. L'étude de l'atmosphère confinée dans le sol ne peut que profiter à celle de ces importants phénomènes.

C'est dans ce but que M. Schlöesing fils a repris l'étude de l'atmosphère confinée dans le sol, déjà faite par MM. Boussingault et Lévy, en s'entourant de toutes les précautions possibles pour éviter toutes les causes d'erreurs.

Il emploie à cet effet un tube d'acier qui a dix millimètres de diamètre extérieur, et 1 à 2 millimètres de diamètre intérieur, dont une extrémité, celle qui doit pénétrer dans le sol est légèrement conique; cette partie conique présente, après l'enfoncement, un contact complet avec le sol, tout en s'opposant à une communication directe, le long du tube, de l'orifice inférieur avec l'air extérieur. On

évite l'obstruction du tube, au moment de l'enfoncement en terre, en y introduisant temporairement un fil d'acier. Le tube, une fois en place, on relie son extrémité supérieure, par l'intermédiaire d'un tube de verre capillaire, avec une ampoule de 15 centimètres cubes de capacité, pleine de mercure, et communiquant avec un petit réservoir de ce liquide. On emplit l'ampoule des gaz du sol en abaissant le réservoir, après avoir purgé les conduites capillaires de l'air qu'elles renferment; une petite tubulure, portée par le tube de verre et plongeant dans du mercure, permet l'alimentation de cet air. L'ampoule est ensuite fermée à la lampe. Son contenu est finalement l'objet d'une analyse eudiométrique.

L'auteur fait remarquer, que si, sans déplacer le tube d'acier, on prend deux ou trois échantillons au même point, on leur trouve une composition identique, c'est-à-dire que les dispositions adoptées assurent le prélèvement du gaz dans les conditions cherchées, sans introduction d'air extérieur, et sans mélange avec des couches gazeuses autres que celle où débouche le tube d'acier; car il est difficile de penser que ces causes d'erreur agissent d'une manière absolument constante.

Bien que M. Schlöesing se réserve de faire part à l'Académie, dans une note spéciale, des résultats de ses recherches, il signale dans cette communication le fait de l'abondance de l'oxygène gazeux dans l'atmosphère du sol. Le sous-sol, lui aussi, est d'ordinaire largement pourvu de ce gaz, sauf des cas absolument exceptionnels. Il signale encore la variabilité de la composition des gaz recueillis en un même point à diverses époques; enfin, il y a des variations entre des points, même peu éloignés, d'une même pièce de terre, qui tiennent à la déclivité; c'est ainsi que dans des terrains en pente, l'auteur a trouvé le gaz carbonique en plus grande quantité aux points les plus bas.

Mathématiques. — *1° Sur les éléments linéaires doublement harmoniques.* Note de M. L. RAFFY, présentée par M. Darboux.

2° Sur l'aire de certaines zones ellipsoïdes. Note de M. G. HUMBERT, présentée par M. C. Jordan.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

La lumière électrique, générateurs, foyers, distribution, applications, par M. L. MONTILLOT, directeur de télégraphie militaire. 190 figures dans le texte. — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris 1889. — Prix: 3 fr. 50.

Après un résumé historique très succinct, l'auteur passe en revue les piles industrielles, les accumulateurs, les machines dynamo-électriques, les régulateurs à arc, les bougies, les lampes à incandescence; il aborde ensuite l'étude des divers systèmes de distribution par courant continu, ou par courants alternatifs et transformateurs. De nombreuses figures, d'une exécution irréprochable, complètent la partie descriptive, et permettent à chacun de se rendre compte du mécanisme de tous ces appareils.

La seconde partie de l'ouvrage, et qui n'est pas la moins importante, est consacrée aux applications de la lumière électrique, soit à l'éclairage de la voie publique, soit aux manœuvres marines et opérations de la guerre, à l'industrie et aux installations domestiques.

L'auteur a fidèlement suivi son programme, et, sous une forme intéressante, il a su présenter les principes arides d'une science aujourd'hui à son début, et dont nul ne peut prévoir les développements futurs.

Le microscope et ses applications à l'étude des végétaux et des animaux, par E. COUVREUR. — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris 1889. Prix: 3 fr. 50.

Traité de la fabrication des cuirs, par VILLON. — Baudry et C^{ie}, éditeurs, Paris. — Prix: 18 francs.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant: MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

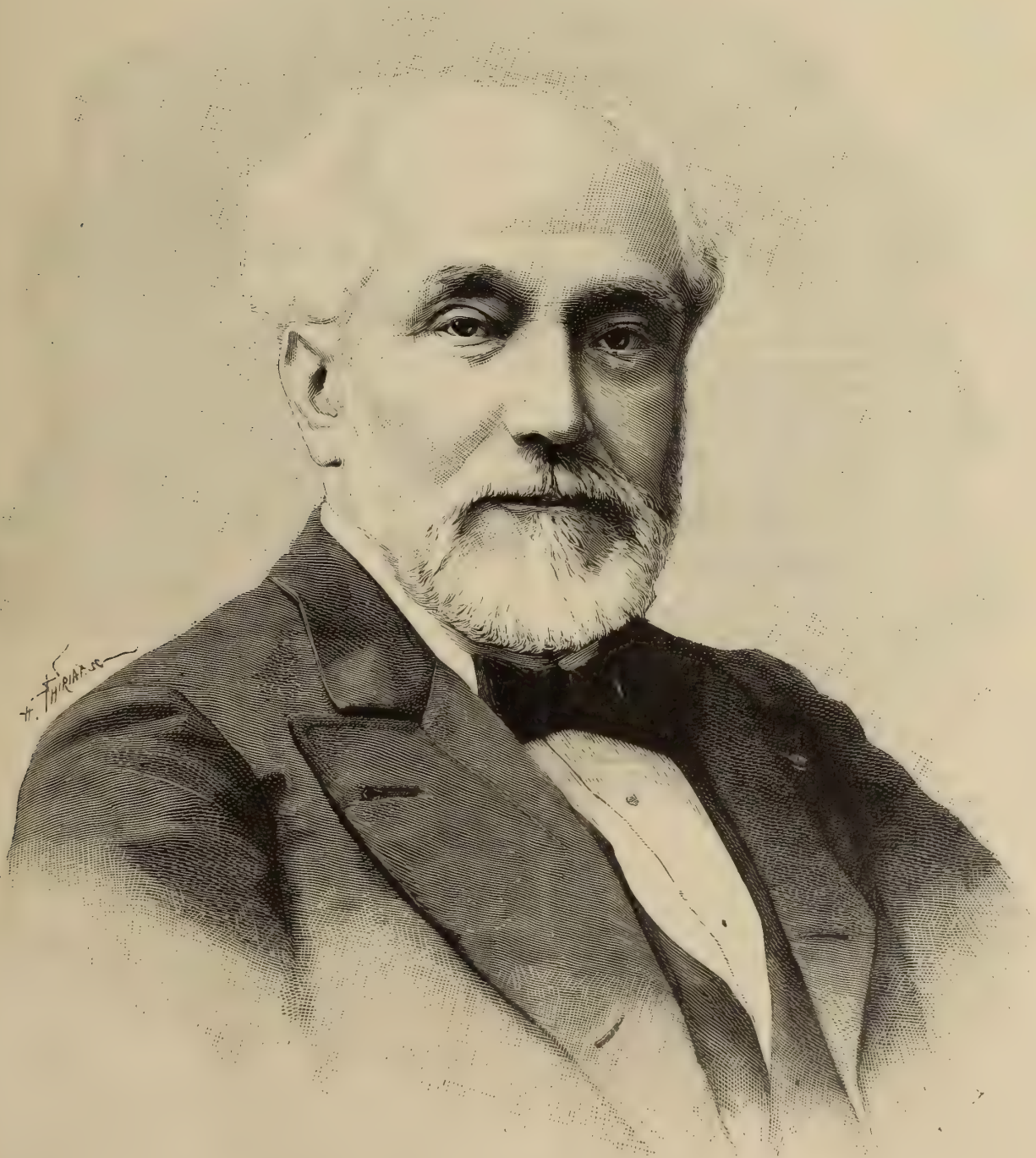
SOMMAIRE. — *Emile Muller*. Les obsèques, p. 90. — *Mécanique*. Installation des tramways à traction par câble sans fin, de San Francisco, p. 94; J. AUSCHER. — Changement de marche à vapeur, nouveau système à verrouillage automatique, de la Compagnie de l'Ouest, p. 97. — *Variétés*. Revue des principaux organes techniques allemands (septembre 1889), p. 98; G. BRESSON. — *Informations*. Projet de tour de 500 mètres pour l'Exposition de 1892, aux Etats-Unis, p. 99. — Le chemin de fer transcaucasien, p. 99. — Constructions d'élévateurs en Russie, p. 99. *Exposition universelle de 1889*. — Les industries maritimes du Creusot (*suite*; — planches XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI et XVII), p. 100; E. WEYL.

— L'exposition des Républiques de l'Amérique Centrale (*suite et fin*), p. 104; R. GENTILINI. — L'exposition des chemins de fer. Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62 (*suite*), p. 105; M. COSSMANN. — Congrès et conférences de l'Exposition: Iron and Steel Institute (*suite et fin*), p. 108; — La fabrication de la bière, p. 110; E. DUCLAUX. — Chronique de l'Exposition, p. 111.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séance du 21 octobre 1889, p. 112; G. PETIT. — Société chimique de Paris (juillet 1889), p. 112.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 112.

Planches XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI et XVII: Machines construites par le Creusot pour les navires *Redoutable*, *Formidable*, *Troude*, *Impératrice-Eugénie*, *Lafayette*, *Château-Margaux* et *Ponton-bigue* de 50 tonnes.



ÉMILE MULLER

(Gravure de M. THIRIAT, d'après la photographie de M. PIROU, à Paris.)

ÉMILE MULLER

LES OBSEQUES

Nous avons annoncé dans notre dernier numéro, la mort de notre très regretté président, M. Émile Muller, décédé à Nice le 11 novembre. Ses obsèques ont eu lieu à Paris le lundi 18 courant.

Une nombreuse affluence se pressait dans l'église Saint-Pierre-de-Chaillot, trop petite pour contenir la foule des amis, des élèves et des admirateurs du défunt. La cérémonie religieuse a été très belle et profondément émouvante.

De magnifiques couronnes, portées à bras, avaient été envoyées par les usines d'Ivry, par l'École Centrale des Arts et Manufactures, par l'Association amicale des anciens élèves de cette École, par la Société des Ingénieurs Civils, par le journal le *Génie Civil*, par l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur, par l'Association des Industriels de France, par le Comité de la Classe 27 à l'Exposition universelle de 1889, etc., etc.

Les honneurs militaires ont été rendus par une compagnie d'infanterie, M. Muller étant officier de la Légion d'honneur.

M. Louis Muller et M. Auguste Hennin, fils et neveu du défunt, conduisaient le deuil.

Les cordons du poêle étaient tenus par MM. Cauvet, directeur de l'École Centrale; Eiffel, président de la Société des Ingénieurs Civils; Boutmy, membre de l'Institut, directeur de l'École des Sciences politiques; Émile Trélat, directeur de l'École spéciale d'Architecture; Rémaury, vice-président du Conseil d'administration du *Génie Civil*; Geneste, vice-président du Comité de la Classe 27 à l'Exposition universelle de 1889.

Au sortir de l'église, le cortège s'est rendu au cimetière du Père-Lachaise où, suivant les dernières volontés du défunt, a eu lieu l'incinération. Lorsque le corps eut été déposé dans le catafalque dressé à l'entrée du monument crématoire, plusieurs discours ont été prononcés.

M. Cauvet, prenant la parole au nom de l'École Centrale, où M. Muller était professeur depuis plus de vingt-cinq ans et dont il avait présidé les Conseils après la mort de J.-B. Dumas, a retracé en termes élevés la carrière si bien remplie de ce maître éminent; il a rappelé les sentiments de reconnaissance que lui conservent les nombreuses générations d'Ingénieurs qu'il a formés et auxquels il ne cessait de prodiguer ses conseils et son appui.

M. Eiffel a ensuite parlé au nom de la Société des Ingénieurs Civils, dont M. Muller avait été l'un des présidents les plus éminents.

M. Boutmy a rappelé la part importante qu'avait prise M. Muller à la fondation de l'École des Sciences politiques.

M. Émile Trélat, parlant comme directeur de l'École spéciale d'Architecture et comme un des plus anciens amis du défunt, lui a adressé avec une émotion communicative un touchant adieu.

M. Appert a pris la parole au nom de l'Association amicale des anciens Elèves de l'École Centrale.

M. Rémaury a exprimé les sentiments du *Génie Civil* pour son regretté fondateur et président.

M. Ch. Talansier, Secrétaire général de l'Association des Industriels de France, a parlé au nom de cette Association, l'une à la fois des plus importantes et des plus récentes parmi les créations philanthropiques de M. Muller.

Enfin M. Monthiers, au nom de la Direction générale de l'Exposition universelle de 1889, rendant hommage au grand Industriel, a rappelé la part considérable qui revient à M. Muller dans l'organisation et le succès de cette Exposition.

Nous donnons ci-après in-extenso le texte de ces différents discours; nous reproduisons également les paroles qui ont été prononcées à Nice par M. Birlé, au nom du groupe régional des anciens élèves de l'École Centrale, à l'occasion du service religieux célébré dans cette ville, le 11 novembre, lors de la levée du corps.

Après le prononcé des discours au Père-Lachaise, la famille et quelques intimes ont pénétré dans l'intérieur du monument crématoire, disposé en chapelle ardente, au milieu de laquelle se dressait un catafalque chargé de fleurs et de couronnes. Des morceaux de musique et des chants religieux ont donné à cette cérémonie dernière un caractère à la fois majestueux et impressionnant. M. le Docteur de Pietra-Santa a rappelé l'importance du rôle joué par M. Émile Muller dans l'étude et la propagation de la question d'incinération des corps. Il l'a montré fidèle jusque dans la mort aux principes qu'il avait préconisés pendant toute sa vie.

Après l'incinération, les cendres recueillies dans une urne funéraire ont été déposées dans le caveau du monument, en attendant leur transfert à la sépulture de la famille.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. CAUVET,
AU NOM DE L'École Centrale des Arts et Manufactures.

MESSIEURS,

Depuis trois ans, l'École Centrale des Arts et Manufactures est bien durement éprouvée. La mort s'acharne après elle et frappe à coups redoublés.

Dans ce court intervalle de temps, la tombe s'est ouverte successivement pour cinq de ses professeurs renommés et regrettés. Aujourd'hui nous venons de perdre un de nos collègues des plus éminents, des plus estimés et des plus aimés. De nombreux amis ont accouru pour le conduire à sa dernière demeure et ont à cœur de faire entendre, sur les bords de sa tombe, l'expression de leurs unanimes regrets. Tous élèveront des voix émues et attendries pour rendre un hommage large et solennel à cette précieuse mémoire, au nom de la science, du travail, de la patrie et de l'humanité.

C'est que Muller était un de ces hommes dont l'esprit est si actif, l'âme si ardente, le jugement si prompt, l'intelligence si étendue, qu'une action simple et continue ne leur suffit pas. Ces hommes sont les esclaves de leur activité, et ils ne sont pas les maîtres de modérer ou d'attarder l'élan de leurs fécondes pensées. Muller a donc beaucoup fait et beaucoup créé. Ses brillantes et utiles productions à portée lointaine, ses nombreuses fondations, où l'utile est intimement lié à un ordre moral, les grands progrès que lui doivent bon nombre d'industries nationales, enfin ses institutions où il s'appliquait essentiellement à améliorer le sort de la classe ouvrière, lui assurent un souvenir durable parmi ses contemporains et une bonne place dans le Panthéon des travailleurs bienfaisants. Soyons reconnaissants et pleins d'admiration pour les êtres capables de ces grands et multiples efforts, et qui, acceptant de lourdes et accablantes responsabilités, se montrent à la hauteur de leurs vastes entreprises.

Quant à nous, qui avons collaboré avec lui, à l'École Centrale, pendant vingt-cinq années, École qu'il affectionnait profondément, et comme ancien élève et comme maître, où son commerce ne trouvait que de vives sympathies, nous n'oublierons jamais cet esprit si charmant, sensible à toutes les beautés, aussi bien dans les sciences que dans les belles-lettres et dans les beaux-arts, communiquant sa flamme intellectuelle à ses disciples et livrant son cœur à ses amis.

Émile Muller naquit à Altkirch, dans le Haut-Rhin, le 21 septembre 1823. Il appartenait à une famille aisée et dont les chefs s'étaient distingués dans l'armée ou dans les hautes magistratures de l'Alsace. Son père était un avocat fort considéré et qui jouissait, comme tel, d'une grande réputation. Il fut obligé de quitter Altkirch lorsque le tribunal de cette ville fut transféré à Mulhouse. Or déjà resplendissaient, dans cette cité, les merveilles de la grande industrie. Saisi par cette splendeur, les goûts du jeune Muller prirent une direction décisive, et il s'adonna aussitôt aux premières études de l'industriel. Il ne tarda pas à devenir élève de l'École Centrale. Il sortit de l'École en 1844, muni d'un diplôme d'Ingénieur; il y avait laissé le souvenir d'un excellent élève. Sur les conseils d'un ancien et illustre camarade, Camille Polonceau, il débuta, dans sa carrière, par vivre de la vie d'ouvrier. Il entra dans les ateliers de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, et devint machiniste. C'est là, sans doute, au milieu des ateliers, qu'il avait voulu connaître à fond, que se développèrent ses sentiments humanitaires en faveur des classes laborieuses. Ce fut là aussi qu'il s'éprit des idées libérales qui, plus tard, lui firent rechercher partout le mérite personnel, se plaisant à le trouver particulièrement parmi les ouvriers. Durant toute sa vie, il a aimé à converser avec eux et surtout à saisir ce qu'il y avait en eux de pénétration ingénieuse. Ses préoccupations incessantes, pour assurer le bien-être de ses travailleurs, avaient fait d'eux, autour de lui, une grande famille et, nous venons de le voir, à Ivry, cette famille l'adorait et le vénérait comme un père.

Que d'enseignements dans les modestes débuts de notre jeune Ingénieur!

En quittant les ateliers de l'Est, Muller ne tarda pas à suivre ses penchants naturels et à s'occuper de travaux d'architecture et de construction. Dès 1845, nous le retrouvons à Mulhouse, construisant en Alsace des maisons d'école, des églises, des bains et lavoirs et exploitant des carrières et des fours à chaux. Bientôt il attaqua une étude des plus intéressantes, une de celles qui se confondait le mieux avec ses aptitudes techniques et les aspirations de son esprit. Je veux parler de ses projets d'habitations ouvrières. Le succès de ses idées fut si complet qu'il fut aussitôt chargé de la construction des cités ouvrières de Mulhouse. Cette création si neuve et si importante donna l'impulsion et fut suivie, ailleurs, par bien d'autres analogues. Muller en fut toujours l'inspirateur et, dans tous les cas, le conseil. En 1855, il résuma ses doctrines dans un ouvrage spécial qui aujourd'hui fait encore autorité.

Vers cette époque, Muller, s'associant à M. Bouillon, fonda à Paris un établissement considérable destiné à l'organisation des blanchisseries, bains, lavoirs et, en général, de tout ce qui pouvait intéresser l'hygiène publique. Les bases de cette fondation furent si solides, l'inspiration qui la guidait fut si complète, que cet établissement n'a pas cessé de prospérer jusqu'à ce jour.

On ne saurait prétendre à dénommer ici tous les travaux de construction de Muller et toutes ses créations. D'autres, plus compétents et plus autorisés, ne failliront pas à cette tâche. Toutefois, on ne saurait passer sous silence les origines de cette vaste usine d'Ivry, dont la renommée est aujourd'hui universelle. Ce fut en 1854, qu'avec l'aide de ses amis de Mulhouse, Muller en jeta les premiers fondements. Depuis sa création, cette usine n'a pas cessé de grandir et d'être le foyer de progrès considérables et hardis dans les arts céramiques. En ce moment, elle constitue un des sujets d'orgueil de notre puissance industrielle.

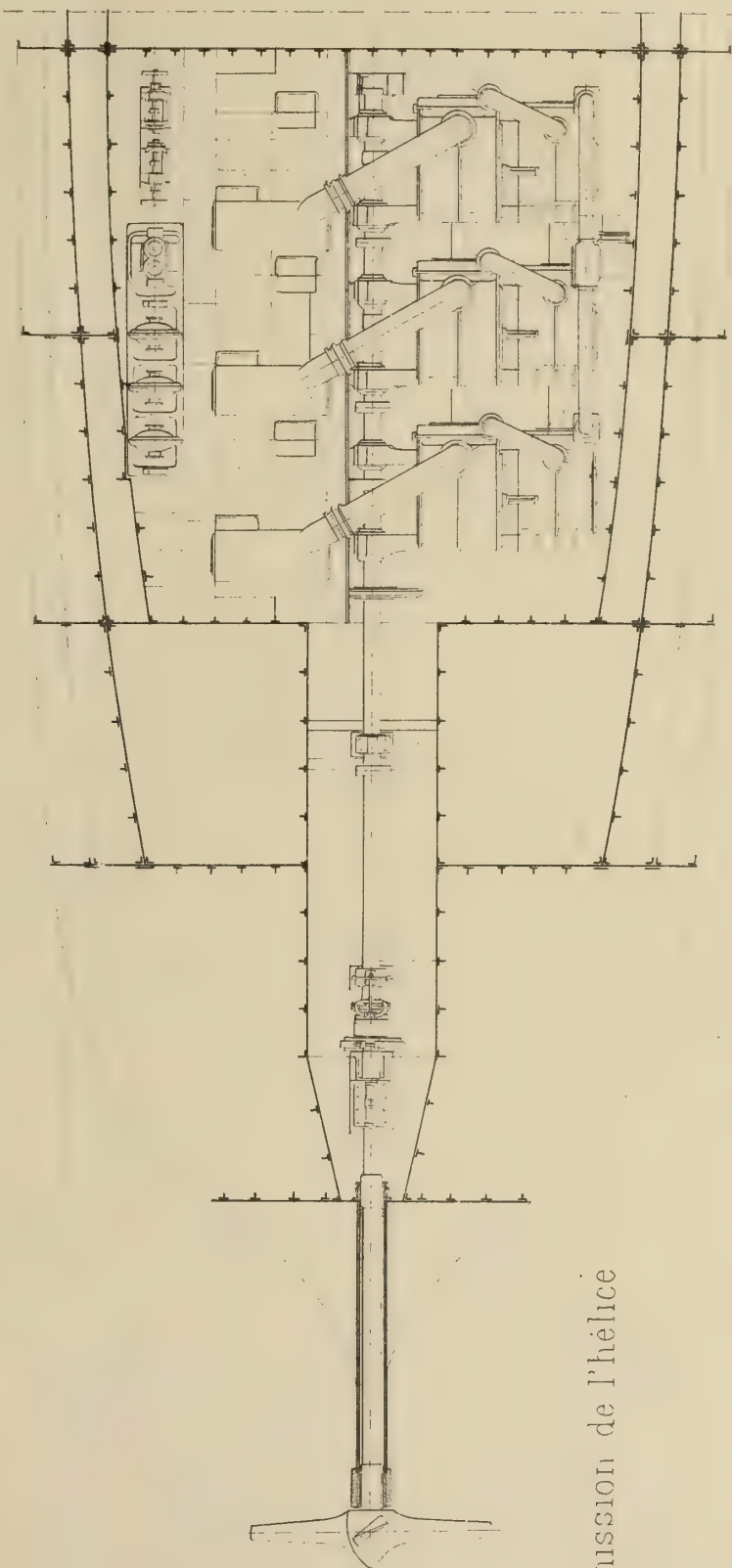
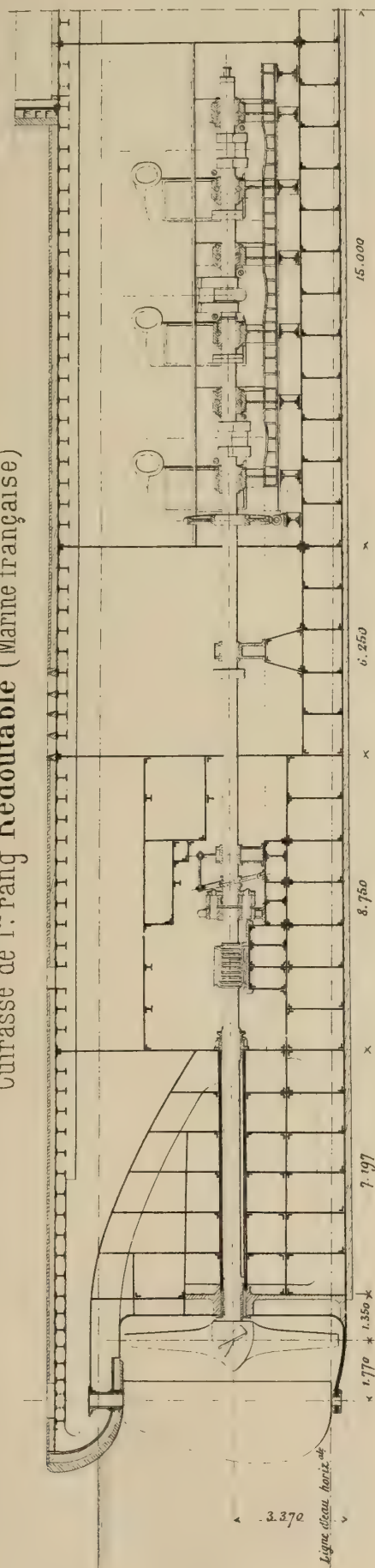
L'histoire de notre grande Exposition universelle, si vivement admirée par toutes les nations, et qui vient de se clore, dira toutes les merveilles contenues dans son enceinte. A chaque page, lorsqu'il s'agira de son organisation ou de la beauté nouvelle et de l'élégance originale de ses constructions et de ses Palais, même dans leurs détails, le nom de Muller apparaîtra. Bien plus encore, les doctrines de notre cher Professeur, sur l'architecture moderne, s'y trouvent complètement confirmées, et, singulière destinée, c'est lui-même qui a été un des facteurs essentiels de cette splendide rénovation de l'Art.

Le livre d'or des récompenses dira aussi combien haut on estimait les résultats de ses fabrications si variées. Bien peu d'industriels ont vu leurs travaux et leur force productive couronnés par de tels succès, aussi nombreux qu'éclatants. Muller a pu éprouver la joie suprême de son triomphe prodigieux. Son patriotisme l'avait exalté déjà de la gloire de la France.

Mais j'ai hâte de parler des immenses services que Muller a rendus à l'École Centrale. Les divers travaux d'architecture, de construction et de physique industrielle, qu'avait produits notre Ingénieur durant les vingt années qui s'étaient écoulées depuis sa sortie de l'École Centrale, la distinction de sa per-

APPAREIL A HÉLICE DE 6000 CHEVAUX

Construit au Creusot en 1876.

Cuirassé de 1^{er} rang Redoutable (Marine française)

Transmission de l'hélice

sonne, sa brillante élocution, le désignèrent à l'attention de la Direction et du Conseil de l'École, lorsque, en 1864, la chaire de Constructions civiles devint vacante par l'effet du doublement des cours. Muller y fut appelé, par le Conseil, à l'unanimité des voix. Depuis longtemps cette chaire avait été occupée par un Ingénieur des plus éminents, M. Mary, inspecteur général des Ponts et chaussées. On commençait à juger alors que cet enseignement devait avoir, non seulement pour base un sentiment esthétique, mais qu'il devait aussi être pénétré par un rationalisme réaliste indépendant de toute ancienne doctrine et de toute tradition autoritaire. Ces principes avaient déjà pris une forme définie dans l'esprit de Muller. Notre nouveau Professeur s'appliqua, dès son début, à les développer en y ajoutant, par degrés successifs, des idées toutes personnelles. Sa logique et ses propres inspirations lui avaient déjà laissé entrevoir l'avenir qui était réservé à l'architecture. On se trouvait en présence de besoins nouveaux; il était devenu nécessaire d'abandonner des formes vieillies et de modifier des dispositions qui n'étaient plus en harmonie avec notre état social. La mise en œuvre de nouveaux matériaux, une connaissance plus étendue et plus complète de leurs qualités et de leur résistance, devaient avoir pour conséquence d'introduire la critique là où avait dominé l'absolutisme de la convention, et, comme terme final, d'allier la raison scientifique aux inspirations idéales du bon goût. Une telle doctrine proclamait, une fois de plus, l'union du Vrai et du Beau.

L'enseignement, en général, comprend trois degrés : apprendre, instruire, inventer. Chaque degré apporte un contingent de forces au Maître; mais l'une de ces qualités ne saurait rester isolée dans un amphithéâtre de premier ordre. L'autorité du professeur n'est incontestée que lorsque toutes ces qualités se trouvent réunies; alors seulement il lui est donné de se montrer supérieur et de communiquer sa flamme, avec ses clartés, aux intelligences attentives à ses leçons. Tel se montra, dès son début, le professeur Muller. Travailleur infatigable, instruit, chercheur, avide de connaître, il voulait toujours monter plus haut. Il mettait une ardeur singulière à communiquer à ses disciples les recherches d'un savoir étendu et les résultats de sa longue expérience. En présence de son auditoire, il n'a jamais eu une faiblesse, et sa popularité n'a jamais reçu la moindre atteinte. Uniquement préoccupé de la vérité, il a toujours prodigué à ses élèves ses précieux conseils, et il n'a pas cessé de les mettre en garde contre les déceptions de l'erreur.

L'idée, chez lui, était originale, la phrase nette et élégante, la dialectique serrée. Dans les discussions, il était correct, distingué et courtois. Il s'assimilait toutes les questions avec une facilité merveilleuse et il les exposait avec une lucidité éblouissante. Il avait la mesure de son enseignement. Il n'était pas de ceux qui, doués d'une intelligence étendue, ne savent pas s'imposer des limites dans l'art de dire, et dont l'activité devient un danger pour ceux qui les écoutent.

Dans ses leçons, il avait du feu, de l'action, une attitude pleine de dignité, une voix harmonieuse. Sa parole était élégante, facile et persuasive: il était un charmeur pour son auditoire.

Hors de l'amphithéâtre, et parmi nous, Muller devenait un causeur des plus aimables, d'une humeur charmante, plein de gaieté, de verve et d'entrain. En l'écoutant, on était surpris d'être parfois distrait du fond essentiel des pensées émises, pour n'être attentif qu'au charme extérieur de son esprit et à l'agrément de sa parole.

Sa bienveillance était extrême et ne l'abandonnait jamais, alors même qu'accidentellement, et animé par un gracieux et fin sourire, il devenait railleur. Ses récits étaient mesurés, délicats et d'un goût exquis; on ne se lassait pas de les entendre. Il recherchait partout les belles œuvres de l'esprit humain et il les appréciait avec un sentiment de vive satisfaction.

En 1885, il présida les Conseils de l'École Centrale. Il apporta, dans cette haute fonction, les qualités éminentes de son intelligence et les ardeurs de son dévouement. Aucun de nous n'a oublié l'ampleur et l'importance de nos débats durant sa présidence. Il fut alors l'âme de nos décisions.

Chez lui, auprès des siens, où étaient réunis tous les dons du cœur et de l'esprit, il était comme une idole. Ses salons, où accouraient sans cesse de nombreux amis, attiraient toujours des visiteurs de haut mérite et de distinction. Ses relations de société étaient très étendues, et partout où il se trouvait il était fêté. C'est qu'il aimait tout par les charmes de sa conversation et par les feux de son esprit. Ses nombreux amis le savaient fidèle à leur affection. Ils étaient entraînés vers lui par les rares et sympathiques qualités de son cœur et de son âme, et ils l'aimaient profondément.

Vingt-cinq générations d'Ingénieurs, ses disciples, connaissaient sa bonté inépuisable; ils savaient qu'ils trouvaient en lui un guide aussi sûr que bienveillant et désintéressé.

Quoi d'étonnant qu'un tel homme laisse après lui tant de regrets et que sa perte fasse verser tant de larmes!

Comme patriote, son cœur avait cruellement souffert des blessures faites à son pays. Il suivait attentivement les phases de son existence, il marchait avec lui et il était prêt, comme il l'avait été en 1870, à tous les sacrifices.

Ne peut-on se demander si, dans le séjour des gloires éternelles, sa grande âme n'a pas déjà invoqué nos héros du temps passé, afin de mieux nous animer par les inspirations de leur courage et de leurs mâles vertus!

Maintenant que nous connaissons une si belle existence, toute remplie par le dévouement, par le travail et par la création d'œuvres si nombreuses et si considérables, nous pouvons apprécier l'immense étendue de notre perte.

Dans ces derniers temps, épuisé par les prodigieux efforts qu'exigeaient de lui son dévouement et sa part active à l'éclatant triomphe de l'Exposition universelle, Muller avait senti ses forces physiques faiblir; mais rien ne faisait présager une si rapide et si cruelle catastrophe. Muller était un spiritualiste convaincu et son âme était possédée par les espérances suprêmes. Sa fin a été comme sa vie, celle d'un sage et celle aussi d'un travailleur ardent: il a succombé sous le poids trop lourd de ses derniers labeurs. La mort ne lui apparaissait pas comme redoutable, et elle est venue prompte, mais calme, douce et sereine.

L'âge avait tout respecté en lui et il était demeuré lui-même. En le perdant, nous l'avons perdu tout entier. Mais nous ne sommes pas seuls à ressentir ici une douleur profonde et inspirée par une si cruelle séparation. Nous voyons autour de nous une foule innombrable d'amis, où toutes les destinées, toutes

les fonctions, toutes les classes se confondent, où tous les âges, toutes les générations sont représentés.

Tous portent sur leur visage l'empreinte des pénibles et dures émotions qui resserrent si vivement notre propre cœur. Tous sont accablés par une séparation éternelle, à laquelle la pensée n'avait pas su nous préparer.

Adieu, cher Muller, l'École Centrale n'oubliera jamais tes grands services, pas plus que tes grandes qualités de maître et d'ami. Nous conserverons pieusement ta mémoire dans le fond de nos cœurs. Ton souvenir sera notre orgueil, un exemple et une consolation.

Puisse l'expression de nos regrets adoucir les douleurs de sa fidèle et noble compagne, de son fils bien-aimé, son digne et zélé collaborateur d'Ivry, et de sa famille!

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. EIFFEL,
AU NOM DE LA Société des Ingénieurs civils.

MESSIEURS,

Je viens, au nom de la Société des Ingénieurs civils, adresser un dernier adieu et un dernier hommage à notre ami et à notre collègue, Émile Muller, qui, après avoir été pendant nombre d'années, membre du comité et du bureau de notre Société, fut appelé à sa présidence en 1872.

C'est là une perte bien sensible que nous venons de faire.

Tous les membres de notre Société se souviennent, en effet, de la part considérable qu'il a prise à ses travaux et de l'intérêt passionné qu'il apportait à son avenir. Là, comme partout où il a passé, Émile Muller a laissé une trace profonde de son action, qui n'est comparable qu'au souvenir ému qu'il a imprimé à jamais dans le cœur de ses amis.

Ceux surtout d'entre nous qui l'ont connu dans sa jeunesse, ont encore présent à leur esprit le charme pénétrant de sa parole, cette sensibilité exquise et communicative qui le rendaient si attachant, soit qu'il parlât de choses d'art, soit qu'il traitât de ces questions ouvrières qui lui tenaient tant à cœur.

En effet, Émile Muller n'était pas seulement un Ingénieur d'un grand mérite, il était aussi un artiste par sa recherche passionnée du beau et par la jouissance profonde qu'il éprouvait à le contempler en dehors de lui, et à le goûter quand il était le fruit de ses propres efforts.

Quant aux questions ouvrières, chacun de nous sait qu'elles ont été la dominante de sa vie; dès sa jeunesse, elles furent l'une de ses grandes préoccupations, et il les a étudiées au point de vue de l'Ingénieur, c'est-à-dire à celui de l'amélioration matérielle du sort de l'ouvrier. Il était bien convaincu, comme nous le sommes tous, que de cette amélioration matérielle bien entendue dépend aussi l'amélioration morale, que donner au travailleur une habitation saine, propre et agréable, c'est lui donner, avec la santé, le goût des joies de la famille, l'amour de son intérieur, ainsi que tous les sentiments d'économie, de dignité et de conduite qui en sont la conséquence naturelle. Il eut le grand bonheur de voir réaliser les idées qui lui furent chères et dont il fut l'apôtre convaincu, par la construction des cités ouvrières de Mulhouse, et le bonheur, plus grand encore, d'assister aux bienfaits que ses généreuses conceptions ont réalisés.

Le bien dont il fut l'origine est considérable, non seulement par son œuvre même, mais aussi par son exemple et par son ardente propagande, qui ne s'est pas arrêtée un seul instant de sa vie.

Après le succès de sa première création, il continua à être l'inspirateur de tout ce qui s'est fait depuis dans cet ordre d'idées par des fondations de Sociétés alimentaires, de maisons d'école, de crèches, de bains, de lavoirs, de logements à bon marché, etc.

Après les progrès dans l'ordre matériel, il porta aussi son amour du bien sur des progrès dans l'ordre économique: il se livra à de remarquables études sur la participation des ouvriers aux bénéfices de leur industrie, et, répondant aux instances de ses amis de la Société de protection des apprentis, il fonda l'Association des Industriels de France pour préserver les ouvriers contre les accidents du travail.

Mais combien d'autres œuvres encore, à la fondation desquelles il participa! Je citerai seulement l'École d'architecture avec M. Trélat, la Société républicaine du progrès social et politique, l'École des Sciences politiques, avec M. Boutmy, l'Association parisienne de surveillance des appareils à vapeur, enfin, la revue le *Génie Civil*.

Toutes ses œuvres ressentirent jusqu'à la fin de sa vie les effets d'une ardeur que rien ne lassait, pas même les fatigues de l'enseignement et du cours de Constructions civiles professé par lui avec tant d'éclat à l'École Centrale depuis 1864.

Il semble qu'une telle tâche accomplie d'une façon aussi remarquable est plus que suffisante pour remplir la vie d'un homme. Il n'en est rien, et l'œuvre industrielle d'Émile Muller est aussi importante que son œuvre sociale et en quelque sorte publique.

Après avoir construit en Alsace, où il était né, de nombreux établissements industriels, il fonda à Paris, en 1854, avec M. Bouillon une Société pour organiser les établissements de blanchisserie, bains et lavoirs, laquelle fut bientôt chargée de ces installations dans tous les hôpitaux de Paris et dans les grands établissements et hôtels de France.

A cette même époque, il fondait, à Ivry, l'importante usine de produits céramiques, dont la réputation est aujourd'hui consacrée dans le monde entier.

Que d'utiles produits, que d'artistiques compositions sortirent de ces belles usines dont il fut l'âme, et où il a heureusement laissé le plus cher de ses collaborateurs, son fils Louis, qu'il avait depuis longtemps initié à toutes les ressources de sa science, et qui, sur les traces de son père, saura maintenir le renom de cette belle industrie.

C'est à cette usine qu'est due la plus grande partie des travaux céramiques exécutés depuis trente ans, et notamment ceux que nous avons tous admirés à l'Exposition universelle de 1889, tels que la couverture en faïence des dômes, la décoration des grands porches des Palais, etc.

Indépendamment de cette considérable et ininterrompue production, Émile Muller put encore s'occuper d'autres questions industrielles capitales et toujours avec un complet succès.

Je citerai notamment l'application des gazogènes à la fabrication du gaz dans les fours si connus du système Muller et Eichelbrenner; la fabrication des

produits réfractaires destinés aux fours à haute température, tels que les briques en silice pure et les creusets en plombagine qui lui coûtèrent huit années de persévérantes recherches.

C'est lui enfin, qui le premier indiqua, dans l'un de ses brevets, le rôle que devait jouer les garnitures magnésiennes pour l'avenir de la métallurgie française.

Cette nomenclature est bien longue, mais combien de choses y sont cependant omises. Pour vous en donner l'idée, il me suffira de vous rappeler qu'à notre dernière Exposition, il exposa dans sept classes différentes et qu'il remporta deux grands prix et cinq médailles d'or.

Tout cela constitue un labeur immense, dont peu d'hommes jusqu'à présent ont été capables et que la maladie seule a pu interrompre. Aussi, sommes-nous fiers de le compter comme un des nôtres, soit comme ancien Élève de l'Ecole Centrale, soit comme l'un des Membres de la Société des Ingénieurs civils.

Sa vie nous doit être à tous un grand exemple et un encouragement. Personne plus que lui ne joignait les qualités qui font le bon citoyen et le patriote, au dévouement par lequel on se consacre à l'amélioration du sort des travailleurs, à la science de l'Ingénieur, qui a pris pour but de ses efforts le progrès sous toutes ses formes, et enfin à cette chaleur de cœur qui de nous tous qui sommes ici et de tous ceux qui l'ont connu, lui ont fait des amis.

Ce doit être aussi un encouragement : comme satisfactions de toute sorte, fortune, honneurs, affections intimes, rien ne lui a manqué, et en même temps les amitiés dont je parlais lui sont toujours restées fidèles et s'affligent aujourd'hui, avec sa famille, de cette cruelle séparation.

Mais la vie de cet homme de bien, de ce grand cœur, de ce soldat du progrès, aura laissé ici-bas des traces profondes, et c'est avec émotion, qu'en votre nom, j'adresse un pieux hommage de reconnaissance à notre ami et collègue Emile Muller, dont le souvenir vivra toujours parmi nous.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. BOUTMY, MEMBRE DE L'INSTITUT,
AU NOM DE L'Ecole des Sciences politiques.

C'est avec une émotion profonde que je m'approche de cette tombe si inopinément ouverte. Muller était mon ami depuis de longues années, et sa mort est pour moi le déchirement de tout un passé. Mais je dois refouler mes sentiments personnels et garder le calme dont j'ai besoin, pour rappeler, au nom de l'Ecole des Sciences politiques, ce que cette fondation a dû à son dévouement, à sa vigilance, à ses lumières.

C'est en 1871 que je parlai pour la première fois à Muller de l'Ecole ; ce n'était alors qu'une vague idée, une plus vague espérance. Il semblait qu'une telle entreprise fût hors de ses voies accoutumées. Mais cette intelligence active, ce cœur chaud n'étaient indifférents à aucune tentative patriotique. Il accueillit mes confidences, il fut indulgent à ce qu'on appelait alors ses chimères. Chose singulière, nul mieux que ce calculateur exact, cet homme d'affaires consommé, ne savait faire crédit aux initiatives hardies, aux vérités de demain. Seulement, il voulait qu'on leur appliquât l'esprit pratique qui les fait entrer dans la réalité et les y établit. Il m'encouragea, m'aida de ses avis et de son expérience. Il chercha à grouper autour de l'œuvre naissante les sympathies des personnes sur qui il avait prise.

C'est à lui que nous avons dû de connaître l'homme excellent et éminent qui, plus que tout autre (j'aime à le redire, car sa modestie l'a toujours caché), a contribué par ses conseils fermes, judicieux et discrets à assurer le développement rapide de l'Ecole des Sciences politiques. Je veux parler de notre cher et regretté Beaussire. Tous deux ont fait partie de notre comité de fondation ; et voici que la mort nous les enlève à si peu de distance l'un de l'autre ! Beaussire, Muller ! — A ne plus voir leurs noms sur la liste de ceux qui avaient la charge des destinées de l'Ecole, on se sent le cœur serré comme si on avait perdu l'amulette qui conjure la mauvaise fortune, le talisman qui donne la sagesse et le succès.

L'Ecole grandissante devait légalement s'organiser à l'image des Sociétés commerciales. Elle avait besoin d'un commissaire des comptes : Muller offrit lui-même de sortir du Conseil et d'assumer ces fonctions ingrates. Pendant dix-huit ans, il a contrôlé notre comptabilité avec un zèle et une minutie bien méritoires à l'égard d'une entreprise financièrement si humble.

Mais là ne se bornait pas son rôle. Ses rapports témoignent de l'intérêt qu'il prenait à toute la vie savante et à l'avenir de l'Ecole. Ils contiennent des suggestions toujours dignes d'être méditées, une mine d'idées où nous avons puisé plus d'une fois, et jusqu'à un plan de refonte de notre pacte social, plan ingénieux, que nous n'avons pas été en position de réaliser au gré de son ardeur.

Je cite ces faits pour montrer comment Muller s'acquittait des tâches qu'il avait acceptées, même dans un domaine étranger à son activité quotidienne. Vous reconnaîtrez là cette intelligence toujours en mouvement, cette âme prodigieuse d'elle-même. Hélas ! la source de vie s'épuisait secrètement en lui par ces épanchements hors de mesure, mais qui semblaient ne rien coûter à cette nature si riche, toujours pleine d'entrain et de belle humeur, au milieu même de cette fatigue qu'elle ne voulait pas s'avouer.

Muller n'est plus. Sa mort laisse un vide immense dans toutes les entreprises auxquelles il avait pris part. Elle laisse un deuil profond et durable à ceux qui ont été ouvriers avec lui dans tant d'œuvres utiles. Plus encore que le collègue et le collaborateur, ils pleurent l'homme et l'ami. Il est douloureux d'avoir à se dire qu'on n'entendra plus cette voix si franche et si gaie, qu'on ne touchera plus cette main dont le serrement faisait remonter au cœur une impression de bonté et de loyauté. C'est avec une profonde affliction que nous lui disons adieu !

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. ÉMILE TRÉLAT,
AU NOM DE L'Ecole spéciale d'Architecture.

MON CHER MULLER,

Nous voici réunis autour de ton cercueil pour le suprême adieu ! On vient de rappeler ta vie toute pleine de travail et de bienfaits, tes luttes et tes victoires dans l'industrie, tes services rendus dans l'enseignement, tes activités dans les Sociétés, tes soucis et tes soins de philanthrope dans les populations ouvrières. On a dit les multiples dépenses que tu faisais de ta personne dans

le monde, et les innombrables sympathies que tu t'y étais gagnées. Tout cela a été dit avec éloquence. Et, pourtant, comme il serait encore facile de refaire le tableau dont ta belle existence nous a fourni la matière !

C'est que chacun de nous a vu sous un jour à lui se développer le cours de ta rude carrière. Aussi bien, nous sommes à l'heure cruelle où la douleur de la séparation étire le cœur et l'enferme comme dans sa propre citadelle. Là, il n'y a de place ni pour les circonstances heureuses, ni pour les faits brillants, ni pour les succès fameux d'un jour. Au-dessus d'eux voyagent les vertus que nous avons aimées en toi, que nous recueillons et que nous enlurons dans notre deuil.

Tu as été un bon, mon cher Muller ! nous t'avons connu bon ; nous ne t'avons jamais connu que bon. Qui donc pourrait dire le contraire ?

Tu as été un fidèle, mon cher Muller ! fidèle d'une fidélité qu'on pourrait appeler mathématique, tant elle avait de précision et de constance. Qui donc en pourrait mieux témoigner que celui qui parle ici ? Je t'ai eu à moi dans l'enthousiasme d'une conquête morale magnifiquement engagée. Tu t'y es donné tout entier. Tu as servi, administré, aimé l'Ecole spéciale d'Architecture. Tu y as professé. Notre intimité s'y est faite pour toujours ; car rien ne lie les cœurs comme l'alliance au combat. Les revers sont venus et les événements nous ont séparés. Mais tu ne m'as jamais tant aimé, jamais tant soigné, jamais tant soutenu que lorsque tu prévoyais la fortune ingrate ou douteuse à ma tâche. Je ne te demandais rien ; mais, aux jours de bataille, dans les cas solennels, tu te trouvais là, toujours là, pour mettre dans ma main émue, ta main vibrante et forte. Et tu n'as pas fui non plus, quand le ciel s'est éclairci... Rien de cela ne s'oublie, ami fidèle ! Et cela doit être dit à cette place et à cette heure.

Tu as été un juste, mon cher Muller ! Tu avais cette conscience moderne qui conduit les natures saines vers la justice. Mais, de plus, tu ne souffrais jamais qu'on parlât injustement des absents, ce qui est la marque des élites.

Tu as été un fier patriote, mon cher Muller ! J'estime autant que tous ceux qui t'ont vu à l'œuvre, ce que tu as fait pendant la guerre. Mais, c'est plus qu'à cela que je décerne ma palme : c'est à cette hautaine mélancolie et à cette mâle résolution, que tu as entretenues au fond de ton cœur et qui ont doublé tes forces et tes capacités de Français depuis nos désastres !

Tu pars, ami Muller ! Tu pars au lendemain des plus beaux succès industriels, succès mérités et indiscutés. Les applaudissements ont été unanimes autour de toi ; et les miens n'y ont pas fait défaut. Mais laisse-moi réserver mes plus belles couronnes pour les vertus que tu nous as montrées et qui nous restent en exemple.

Tu pars, ami Muller ! Reçois les adieux de l'Ecole spéciale d'Architecture, où chacun te garde reconnaissance. Reçois les adieux de tous ceux qui sont restés de notre belle phalange de 1865 ; reçois les adieux de ceux qui sont venus se joindre à nous depuis. C'est moi, ton vieil ami, qui te les apporte ces adieux, et qui pleure le mien sur ton cercueil...

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. APPERT

AU NOM DE L'Association amicale des anciens élèves de l'Ecole Centrale.

Je viens, au nom de l'Association amicale des anciens élèves de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, rendre un dernier hommage de sympathie et de reconnaissance à notre éminent et regretté camarade Emile Muller, dont la brillante et utile carrière vient de se terminer d'une façon si imprévue et si prématurée.

L'œuvre d'Emile Muller est considérable et bien faite pour enorgueillir ses camarades sortis de l'Ecole Centrale comme lui.

Par la façon magistrale dont il a aidé au succès de notre Exposition universelle de 1889, par les services qu'il a rendus comme professeur à la pléiade d'Ingénieurs qui ont été ses élèves et qui sont devenus ses émules, il devra être mis au Livre d'or de notre Ecole.

Notre camarade, enfin, était Alsacien, et il nous était, à ce titre, doublement cher.

Parmi ceux auxquels s'intéressait son esprit libéral et philanthropique, les anciens élèves de l'Ecole Centrale n'étaient pas les derniers du sort desquels il se préoccupait, et la sollicitude qu'il leur montrait n'avait d'égal que l'intérêt qu'il portait à leur réussite et à leurs succès, auxquels il applaudissait sans réserve, et auxquels il avait souvent contribué par ses conseils éclairés libéralement donnés.

Cette sollicitude pour l'avenir des futurs camarades se manifestait au cours même de son enseignement à l'Ecole ; il en est, en effet, bien peu parmi ceux d'entre nos camarades qui ont eu le bonheur d'écouter ses leçons, qui n'aient en occasion, au cours de leur carrière d'Ingénieurs ou d'industriels, de mettre en pratique les préceptes qu'il leur avait donnés.

Notre camarade Birlé, président du groupe de Nice, a su, dans un langage élevé, rendre l'hommage qu'il méritait, à celui dont nous déplorons la perte, en même temps qu'il aidait de sa sollicitude les derniers moments de notre camarade ; je l'en remercie ici au nom de M^{me} Emile Muller, de M. Louis Muller et de l'Association tout entière.

De la part de tous vos camarades et élèves, dont je suis l'organe, recevez, mon cher maître et ami, notre dernier et suprême adieu.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. H. RÉMAURY,
AU NOM DU JOURNAL LE Génie Civil.

MESSIEURS,

Je viens, au nom du Conseil d'administration du journal le Génie Civil, au nom de son Comité supérieur de rédaction, et de tout le personnel, déjà ancien, groupé autour de cette Revue, rendre un dernier hommage à son dévoué Président et Fondateur.

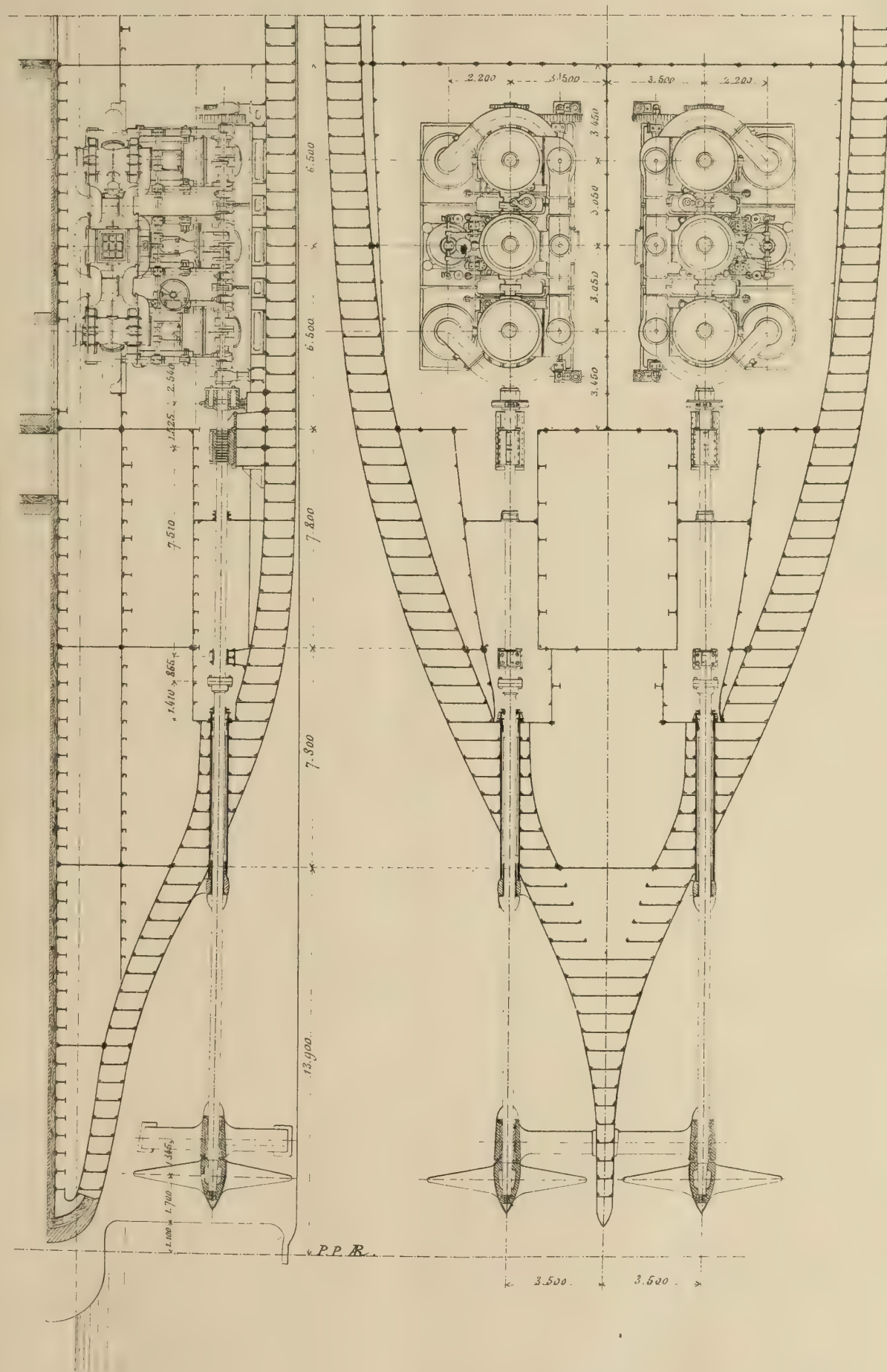
Ses collègues de la première heure dans cette difficile entreprise, peuvent dire qu'elle répondait avant tout à une idée généreuse et patriotique ; il s'agissait d'une œuvre nouvelle, dégagée des coteries, des groupes plus ou moins fermés. Tout homme de science ou d'étude, sorti ou non d'une Ecole, Français ou Étranger, devait être admis à l'honneur d'apporter sa pierre à l'édifice, sous le contrôle éclairé d'un Comité supérieur de rédaction, chargé d'accepter les travaux, de les reviser ou de les inspirer.

APPAREIL A HÉLICES DE 8500 CHEVAUX

Construit au Creusot en 1882.

Cuirassé de 1^{er} rang **Formidable** (Marine française)

Ensemble des transmissions d'hélices



La composition de ce Comité supérieur a été la grande récompense d'Émile Muller, dont le nom sut entraîner, sous le haut patronage de l'illustre J.-B. Dumas, son vénéré maître, toute une pléiade d'hommes indépendants, désignés pour cette tâche par leur science, ou par leurs services industriels.

Appuyée sur ce comité exceptionnel, l'œuvre entre dans sa dixième année avec la consécration du succès et d'un nombre croissant de lecteurs soit en France soit à l'étranger.

A l'occasion de l'Exposition universelle de 1889, dont le *Génie Civil* avait enregistré d'avance le triomphe qui vient d'éclater aux yeux des plus incrédules, la grande industrie a commencé à écrire dans cette Revue ses annales, dont la collection peut devenir l'histoire des grandes découvertes et de leur application.

Émile Muller, pour cette œuvre de prédilection, n'avait jamais admis de défaillance; il nous entraînait tous et sans cesse à la recherche des améliorations possibles à réaliser de suite ou à préparer pour l'avenir.

Il voulait que la Revue du *Génie Civil* devint la meilleure source d'informations, la publication complémentaire et indispensable de toutes les autres.

Son énergie ne s'est jamais démentie, même lorsque les atteintes du mal qui devait l'emporter se manifestaient sur son visage dans nos réunions. « Nous devons, disait-il, l'exemple aux jeunes; montrons-leur comme on doit travailler et parvenir. »

Ces paroles peignent l'ardeur, hélas! trop grande de cet homme de cœur et de volonté.

Il appartenait à d'autres de tracer le tableau plus complet de son existence vouée aux entreprises désintéressées. Pour moi, qui ai eu l'honneur d'être son très modeste mais très dévoué collaborateur, je me borne à constater avec notre profonde douleur, notre immense perte, et à rappeler un souvenir personnel.

Lorsque ayant quitté la Lorraine où j'avais passé ma vie active, comme directeur de grands établissements métallurgiques aux portes de Metz, puis de Nancy, je rentrai à Paris, à la fin de l'année 1879, à peu près au moment où l'idée de la fondation du journal le *Génie Civil* était en germe, Émile Muller voulut bien m'enrôler sous sa bannière et me désigner pour les fonctions de vice-président de son Conseil d'administration.

Comment aurais-je pu hésiter?

Je revoyais en lui l'Alsace et ses traditions, l'architecte des cités ouvrières de Mulhouse qui m'avaient servi de modèle dans mes constructions de nombreuses maisons d'ouvriers.

Je trouvais aussi le professeur éminent, l'ingénieur toujours prêt à accueillir un collègue; je devins son ami et je partage aujourd'hui le deuil de sa famille et de tous ceux qui, le connaissant, l'entouraient de la plus vive affection.

Adieu, Émile Muller, cher président et ami! Ton souvenir est ineffaçable et le monument que tu as élevé te survivra!

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. CH. TALANSIER,

AU NOM DE L'Association des Industriels de France pour préserver les ouvriers des accidents.

MESSIEURS,

Le nombre est considérable des œuvres auxquelles restera attaché le nom de M. Émile Muller. Presque toutes se distinguent par leur caractère éminemment philanthropique et utilitaire. Cette double qualité se retrouve au plus haut degré dans une de ses dernières fondations, l'Association des Industriels de France, au nom de laquelle je prends ici la parole, au lieu et place de ses Vice-Présidents, retenus aujourd'hui loin de Paris par leur devoir professionnel.

Vous connaissez tous, Messieurs, l'Association pour prévenir les accidents du travail, créée à Mulhouse, il y a une vingtaine d'années, par le regretté M. Engel-Dollfus. Elle a rendu de si grands services dans la région alsacienne, qu'en 1884, au moment de la mise en vigueur de la nouvelle loi concernant l'inspection des fabriques, le Gouvernement allemand a consenti à lui donner une sorte de consécration officielle.

En 1882, M. Chaix, qui appliquait déjà dans ses propres ateliers de nombreux dispositifs pour protéger les organes dangereux des machines, s'était préoccupé d'organiser à Paris une Association analogue à celle de Mulhouse. D'accord avec M. Engel-Dollfus, il s'adressa à M. Émile Muller pour fonder l'œuvre projetée. En de pareilles mains, c'était le succès assuré.

M. Muller accepta cette mission et s'y consacra avec un dévouement admirable. Ses collègues du *Génie Civil* lui fournirent immédiatement un premier noyau autour duquel vinrent ensuite se grouper un grand nombre d'Ingénieurs et d'Industriels.

L'Association parisienne des Industriels pour préserver les ouvriers des accidents du travail put commencer à fonctionner utilement dès l'année 1884. Bientôt, sous l'active impulsion de son Président, elle prit une telle extension dans les départements, qu'elle dut, en 1887, changer son titre primitif contre celui, plus général, d'Association des Industriels de France.

Collaborateur moi-même de M. Muller depuis l'origine de notre Association, je puis témoigner que le succès si rapide en est entièrement dû à l'infatigable activité et au dévouement sans bornes de notre éminent fondateur. Avant tout, il avait foi dans son œuvre; il la voyait, dès le début, grande et prospère; il savait surtout faire partager sa confiance à tous ceux qui l'entouraient, et en particulier à ses collaborateurs qu'il avait lui-même formés et qu'il n'a jamais cessé de diriger avec le plus grand zèle, ne ménageant ni son temps toujours compté, ni sa peine.

Sa compétence et son autorité en la matière étaient telles, qu'au moment de l'élaboration du projet de loi relatif aux accidents du travail, le Ministre du Commerce et de l'Industrie avait tenu à le nommer membre de la Commission extra-parlementaire chargée d'étudier cette difficile question.

Bien que partisan convaincu de la protection des ouvriers contre les accidents dont ils peuvent être victimes dans leur travail, M. Muller chercha, au sein de cette Commission, à faire prévaloir les idées les plus libérales, demandant qu'on fit appel, avant tout, à l'initiative privée des industriels.

Plus tard, lorsque ce projet de loi fut voté par la Chambre des députés, il parvint à y faire introduire un paragraphe accordant certains avantages aux

industriels faisant partie d'une Association pour la protection contre les accidents de fabrique.

Puis, sans se décourager, il organisa un grand Congrès d'industriels, dont il transmit les vœux au Sénat, dans le but d'arriver au moins à faire amender par la Chambre haute ce qu'il lui paraissait y avoir de trop rigoureux dans le texte du projet de loi voté par la Chambre des Députés. Il avait déjà eu la satisfaction de voir ses démarches en partie couronnées de succès, lorsque la mort est venue le surprendre. Espérons que tant d'efforts et de dévouement ne seront pas perdus, et que nos industriels français en récolteront les fruits.

Quand on se remémore toutes les œuvres dont s'occupait activement M. Muller, — sans parler de son importante usine d'Ivry, où il a tant créé et tant perfectionné, — on en arrive vraiment à se demander comment pouvait y suffire l'existence d'un travailleur même intrépide comme nous l'avons tous connu.

Il est juste d'ajouter, qu'au milieu de ses labeurs incessants, s'il n'avait le plus souvent que peu de temps à consacrer à ses affaires personnelles, il savait toujours en trouver pour se dévouer à ses amis et aux œuvres qu'il avait fondées.

En outre de ses occupations déjà si nombreuses, M. Muller s'était encore imposé, dans ces derniers temps, un surcroît de travail et de fatigue pour l'Exposition de 1889, à laquelle il a pris une part très considérable. Mais il avait trop escompté ses propres forces; elles commencèrent bientôt à le trahir.

Lorsque, cédant aux tendres sollicitations de sa famille, il se résigna enfin à s'éloigner de Paris pour s'astreindre au repos forcé, il se sentait lui-même profondément atteint. Un vaillant comme lui n'abandonne pas, même momentanément, la lutte tant qu'il peut tenir encore debout.

Avant de quitter Paris, il avait voulu m'adresser quelques dernières recommandations touchant notre Association: « Mon absence sera peut-être longue, me dit-il d'un air découragé; je suis bien épuisé!... »

C'était le premier septembre. Il partit le soir même pour les bords du lac de Lucerne. Je venais, hélas! de serrer pour la dernière fois sa main déjà presque glacée....

Vous voyez, Messieurs, la place importante qu'a tenue l'Association des Industriels de France dans les préoccupations de l'homme éminent dont nous déplorons aujourd'hui la perte. C'était une de ses œuvres préférées, la dernière qu'il avait créée; il avait pour elle quelque chose de la tendresse d'un père pour son dernier enfant, et c'est avec bonheur et fierté qu'il en suivait le rapide développement.

Le succès de notre Association n'était du reste que la juste récompense de ses efforts et de son dévouement. Aussi la mémoire de M. Émile Muller restera-t-elle honorée et vénérée parmi nous, comme l'est celle de son compatriote, M. Engel-Dollfus, dans cette chère Alsace qui lui tenait tant au cœur!

Au nom du Conseil de direction de l'Association des Industriels de France, au nom de tous ses membres, au nom de mes collaborateurs, j'adresse ici un adieu suprême à notre très regretté Président et Fondateur!

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. MONTHIERS

AU NOM DE LA Direction générale de l'exploitation de l'Exposition de 1889.

Au nom de la Direction générale de l'exploitation de l'Exposition universelle de 1889, j'ai la triste mission de venir dire adieu à Émile Muller, qui fut un de nos meilleurs et plus zélés collaborateurs, et de le remercier des services qu'il nous a rendus.

Dès la première heure, Émile Muller nous a apporté son concours avec cette spontanéité et cette amabilité qui le faisaient aimer de tous ceux qui l'approchaient.

Sa longue expérience des expositions lui valut l'entière confiance de ses collègues et sa nomination comme Président des Comités d'admission et d'installation de la classe 27. Tandis qu'il s'occupait activement de cette classe complexe, comprenant tous les procédés et tous les appareils de chauffage et d'éclairage, et qu'il organisait l'exposition méthodique de tous ces systèmes si différents, il préparait ses nombreuses expositions particulières, et, dans son usine d'Ivry, il fabriquait pour la décoration des Palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux, ces panneaux en terre cuite, ces tuiles émaillées, ces pièces de céramique de la ceinture des dômes qui ont fait l'admiration de nos vingt-cinq millions de visiteurs.

Sa collaboration nous fut encore des plus précieuses lorsque nous organîsâmes l'exposition d'Économie sociale. Depuis sa sortie de l'École Centrale, Émile Muller s'était, en effet, activement occupé de la question ouvrière, tant au point de vue de l'habitation que de l'hygiène et de l'entretien de l'ouvrier et de sa famille. Inspirateur des habitations ouvrières de Mulhouse, il en fut l'architecte et le constructeur. A la suite du succès de cette création, il devint l'architecte de nombreuses cités ouvrières et le conseil de tout ce qui se fit pendant 20 ans. Ses ouvrages sur les habitations ouvrières sont connus de tous ceux qui s'occupent de questions sociales, et son nom ne pourra jamais être séparé de celui des Dollfus dans cette œuvre philanthropique, initiatrice de tout ce qui a été fait depuis, pour l'hygiène et la moralisation de l'ouvrier. Sa place était donc toute marquée dans le Comité de la section XI (habitations ouvrières). Malgré tous ses travaux, il ne recula point devant cette nouvelle tâche. L'exposition de cette section fut une des plus remarquées; tout le monde voulut visiter les maisons ouvrières qui furent élevées à l'Esplanade des Invalides.

Je ne rappellerai pas les succès d'Émile Muller à l'Exposition universelle de 1867, à laquelle il collabora comme membre des comités d'admission et du jury des récompenses, ni ceux remportés par lui à l'Exposition de 1878, et qui lui valurent la croix d'officier de la Légion d'honneur; mais je veux personnellement remercier Émile Muller du concours qu'il m'a prêté si obligeamment quand j'ai eu l'honneur de montrer à l'étranger, aux Expositions d'Amsterdam et d'Anvers, les spécimens de nos industries nationales.

Toujours en avant sur la route du progrès, il ne reculait jamais devant la lutte. Nommé membre du jury international des récompenses de 1889, il donna sa démission pour concourir; les deux grands prix et les cinq médailles d'or qui lui furent décernés, le récompensèrent de ses efforts industriels incessants.

Adieu, Muller; au nom de l'Exposition universelle de 1889, je te salue et je t'adresse un suprême adieu.

DISCOURS PRONONCÉ À NICE, LE 14 NOVEMBRE, PAR M. BIRLE,
AU NOM DU Groupe régional des anciens élèves de l'École Centrale.

Le groupe de Nice, dont j'ai l'honneur d'être l'interprète, a la douleur de venir rendre les derniers devoirs à l'un des membres les plus éminents du corps des Ingénieurs formés par l'École Centrale, dont il émanait et où il professait.

La plupart d'entre vous, mes chers camarades, qui avez le bonheur d'être plus jeunes que moi, avez pu profiter de ses leçons, dont vous avez apprécié toute la valeur.

A Paris, où son corps va être transporté, l'École Centrale et la Société des Ingénieurs civils, dont il a été le Président éclairé, qu'il a honorés par sa vie, qu'il honore par sa mort, sauront lui rendre des honneurs dignes de lui. Je ne retracerai donc pas les principaux traits de sa carrière si bien remplie.

Je laisse à d'autres le soin de la faire avec plus de compétence et d'autorité; je me bornerai à rappeler que notre cher et regretté camarade et maître était deux fois Français, puisqu'il était Alsacien.

Comme rapprochement de cette origine, qui nous est doublement et douloureusement chère, je dirai qu'il est mort en soldat, soldat de cette lutte où notre pays vient de remporter une si éclatante victoire.

La guerre n'a pas seule ses victimes, puisqu'il succombe, nous le savons, aux efforts généreux qu'il a faits pour contribuer au triomphe admirable des Ingénieurs français. En effet, il paie de sa vie les fatigues que lui a imposées l'exécution des magnifiques travaux céramiques des palais et des dômes du Champ de Mars, dont l'ornementation lui avait été confiée, que lui seul avait osé accepter, et dont il nous parlait il y a quelques jours avec un légitime et patriotique orgueil.

On ne saurait trop le répéter, pour la gloire de ces Ingénieurs qui portent si haut et si loin le renom de la France : que dans ces batailles de l'intelligence, c'est l'état-major seul qui est frappé.

Notre cher camarade et regretté maître en est un exemple douloureux, et nos annuaires nous le montrent tous les jours.

Dieu veuille qu'il soit la seule victime de l'œuvre glorieuse qui vient d'étonner le monde !

Heureusement que ces natures d'élite laissent derrière elles des combattants dont l'École Centrale est la ruche la plus productive.

Notre cher Maître, lui-même, laisse un fils qui, initié aux travaux de son père, saura en continuer les laborieuses traditions.

Vous vous souvenez de notre joie, mes chers camarades, en apprenant, au banquet du 3 novembre, son arrivée à Nice; nous nous étions bercés de l'espoir que notre merveilleux climat allait lui rendre ses forces épuisées, et lui permettre de prodiguer encore à nos fils les bienfaits de ses connaissances si étendues.

Il était malheureusement trop tard ! Puissent les regrets que nous éprouvons si sincèrement atténuer et adoucir un peu la grande et inconsolable douleur qui accable M^{me} Muller et son fils.

Au nom de tous mes camarades des Alpes-Maritimes, emportez, mon cher Maître, notre dernier adieu.

MÉCANIQUE

INSTALLATION DES TRAMWAYS A TRACTION

par câble sans fin, de San-Francisco.

Historique. — La ville de San-Francisco est sillonnée par un réseau de câble-cars ou tramways mis en mouvement à l'aide de câbles sans fin. Les dispositions et engins que comporte une installation de ce genre ont naturellement varié avec les constructeurs, avec l'époque de la construction et avec la nature particulière des difficultés à vaincre; nous nous proposons de résumer sommairement les traits généraux de ce système de transport, dont il a déjà été accessoirement parlé, dans le *Génie Civil* (1), à diverses reprises, et d'indiquer de quelle manière ont été résolus dans la pratique les divers problèmes que soulève cette question. Celle-ci devient d'ailleurs d'un intérêt tout particulier d'actualité, au moment où une application importante va en être faite à Paris même.

L'idée de haler des voitures à l'aide d'une corde est certainement assez ancienne. En Amérique, en particulier, de nombreux projets ont été présentés dans ce sens. Dans les uns, on proposait l'emploi d'une chaîne entraînant la voiture au moyen d'un bras pris entre deux anneaux de la chaîne. Dans d'autres, la voiture était reliée à un câble aérien. Mais c'est seulement en 1873 que l'Ingénieur Andrew Hallidie, de San-Francisco, a résolu la question, pour la première fois, d'une manière satisfaisante. Nous donnerons plus loin quelques détails sur les installations que comporte un pareil système, et l'on verra que son exécution pratique n'est pas sans présenter de nombreuses difficultés. Celles-ci ont été résolues de la manière la plus heureuse, et l'on peut dire que l'installation actuelle des câble-cars est une de celles qui font le plus honneur au génie entreprenant et inventif des Américains.

M. Hallidie avait surtout en vue de créer un mode de traction permettant de remonter des rampes extrêmement rapides. La ligne qu'il construisit en 1873, à San Francisco (dans Clay Street), atteint le sommet d'une colline (Russian Hill), à 94 mètres au-dessus du point de départ, et à une distance de 850 mètres de ce point (fig. 4). Elle est

coupée par dix rues perpendiculaires, au croisement desquelles le terrain est sensiblement horizontal, tandis que, de chaque côté, la pente varie de $\frac{1}{28}$ à $\frac{1}{6}$.

Cette première tentative ayant réussi, on comprit de suite les avan-

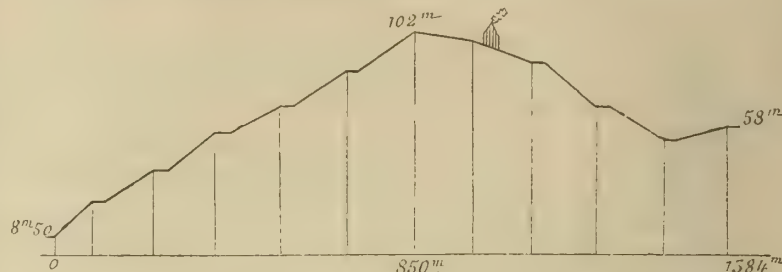


FIG. 4.

tages du système, aussi bien en terrain horizontal que sur les pentes. Aujourd'hui, toutes les grandes artères de San-Francisco sont sillonnées par des lignes de câble-cars permettant de se rendre rapidement et commodément d'un point à l'autre de la ville.

La dernière ligne construite (Market Street), a plus de 7 kilomètres de longueur. Le câble parcourt la voie avec une vitesse de 12 kilomètres 8 à l'heure. La vitesse moyenne des cars, en tenant compte des arrêts, est de 12 kilomètres par heure. Le prix du trajet, le même sur toutes les lignes, est de 0 fr. 23 par personne, quelle que soit la distance parcourue.

Le système de traction par câble se répand aujourd'hui dans la plupart des grandes villes des Etats de l'Est, ainsi qu'en Australie et en Nouvelle-Zélande. Chicago, Philadelphie, New-York ont des lignes en exploitation ou en construction. Des lignes fonctionnent à Dunedin (Nouvelle-Zélande), à Melbourne et à Sydney. Enfin, plusieurs villes des Iles Britanniques, Edimbourg, Glasgow, Liverpool, etc., se sont occupées de la question et ont engagé des pourparlers pour l'établissement de câble-cars.

Principe du système. — Le principe du système est des plus simples :

Un câble en fil d'acier est placé sous le sol, entre les rails sur lesquels doivent circuler les cars. Ce câble est mis en mouvement à l'aide d'une machine fixe, placée au point central de la voie. Il parcourt la voie dans l'intérieur d'un tube souterrain, passe sur une poulie de retour horizontale, à l'extrémité de la rue à desservir, et revient sur lui-même. L'un des brins forme l'aller, l'autre le retour. Le câble est soutenu de distance en distance par de petites poulies placées dans le tube.

La liaison entre la voiture et le câble s'obtient à l'aide d'une griffe fixée à la voiture, et qui passe dans une rainure ménagée dans la partie supérieure du tube. Cette griffe saisit le câble entre deux mâchoires et est disposée de manière à pouvoir serrer le câble ou le lâcher à volonté. La première manœuvre détermine le départ de la voiture; la deuxième l'arrête et permet de déposer et de prendre des voyageurs.

Avantages du système. — Les principaux avantages de ce système sont les suivants :

1^o La vitesse des cars n'est limitée que par la puissance de la machine motrice et par les règlements de police. Dans Market Street, la rue de San-Francisco où la circulation est la plus active, elle atteint 12800 mètres à l'heure. Des timbres avertisseurs préviennent les passants. Le conducteur peut au besoin arrêter son car presque instantanément, en lâchant le câble et en serrant les freins.

L'expérience a prouvé que, malgré cette vitesse relativement considérable, les accidents étaient moins fréquents qu'avec les cars à chevaux;

2^o La vitesse est sensiblement uniforme. Elle est la même en terrain horizontal que sur les montées et les descentes, quelle que soit d'ailleurs la raideur des pentes. Cet avantage est caractéristique du système de traction par câble;

3^o Les frais de première installation sont évidemment plus considérables que ceux d'une ligne à traction par chevaux; mais les frais d'exploitation sont réduits d'environ 50 %.

Sans contester les avantages de ce mode de transport sur les voies rectilignes, on a objecté : qu'il serait difficilement applicable aux voies courbes; que les croisements des voies constituaient un obstacle sérieux au passage des griffes; que l'embrayage d'une griffe, reliée à la voiture, sur un câble animé d'une vitesse uniforme, ne permettrait pas de donner à la voiture une vitesse de régime inférieure à celle du câble; que dans les pays froids et pluvieux, le tube souterrain dans lequel passe le câble serait engorgé par la neige et par la glace passant par la rainure ménagée dans la partie supérieure du tube.

Aucune de ces objections n'est fondée. Nous montrerons par quelles dispositions simples et ingénieuses ont été résolues la question des voies courbes et celle des croisements de voies.

C'est également une erreur de croire que le car ne peut se mouvoir

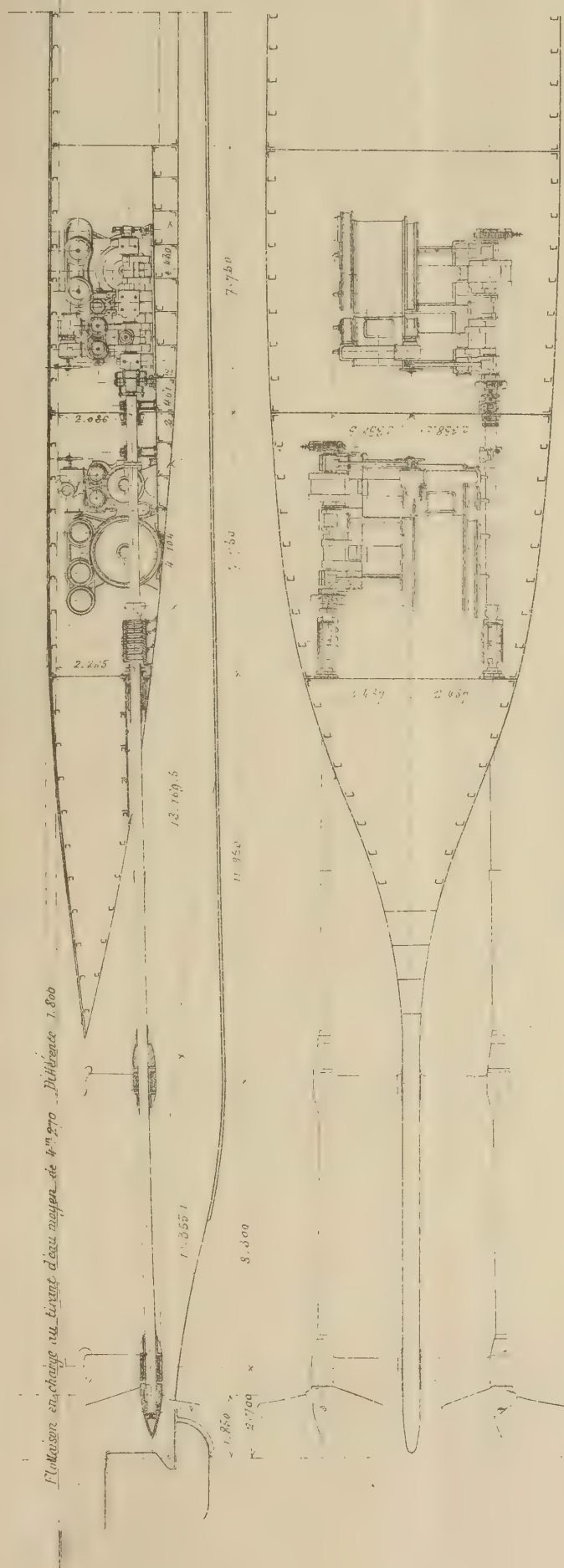
(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 26, p. 629

APPAREILS A 2 HÉLICES DE 6060 CHEVAUX.

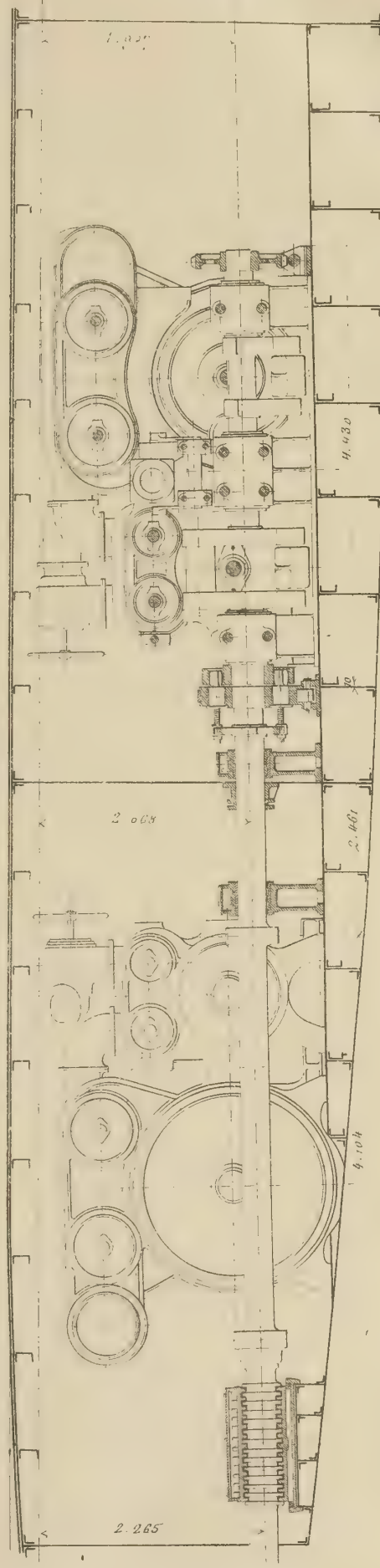
Construits au Creusot en 1887.

Croiseur **Troude** (Marine française)

Ensemble des transmissions d'hélices.



Détail des machines.



moins vite que le câble. On peut au contraire, en réduisant convenablement le serrage des mâchoires de la griffe sur le câble, régler à volonté la vitesse de la voiture et la rendre aussi faible qu'on le veut. Inversement, en serrant progressivement les mâchoires, la voiture prend sa vitesse graduellement et sans secousse. En ce qui concerne la dernière objection, nous dirons que des lignes de câble-cars fonctionnent depuis plusieurs années à Chicago, où les hivers sont généralement rigoureux. L'expérience a prouvé que le système continue à fonctionner dans les meilleures conditions, alors que les voitures à chevaux sont contraintes de ralentir leur vitesse, ou même de suspendre leur service. Les voies encombrées par la neige sont nettoyées à l'aide de balayeuses portées par un chariot spécial, relié par une griffe au câble moteur. Il convient de remarquer que le poids du câble donne une composante de haut en bas qui applique les balayeuses sur la voie et leur permet d'agir d'une manière efficace. L'effet inverse se produirait si les balayeuses étaient traînées par des chevaux.

On a aussi imaginé un système qui permet de maintenir l'intérieur du tube souterrain à une température suffisante pour y empêcher la formation de glace ou de neige. Des tuyaux aboutissent à l'intérieur et y amènent de la vapeur d'eau, de l'air chaud ou un gaz chaud quelconque qui s'échappe ensuite par la rainure supérieure. Ce système aurait l'avantage d'éviter toute chance d'obstruction du tube et d'empêcher les lubrifiants des poulies de supports de s'épaissir par le froid. De plus, la neige accumulée sur la voie se ramollit et est plus facilement enlevée par les balayeuses. Nous ne croyons pas que ces dispositions aient été mises en pratique jusqu'aujourd'hui.

Tube souterrain. — La construction du tube souterrain, dans lequel passe le câble, varie d'une ligne à l'autre. Dans les premières installations, il est constitué par des châssis transversaux en fonte et un bordé

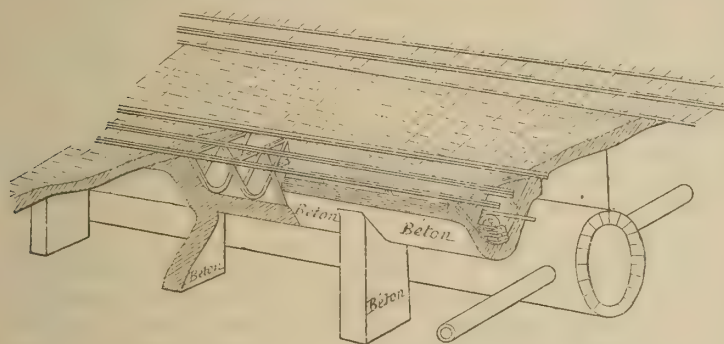


FIG. 2. — Tube souterrain.

longitudinal en bois. Des consoles latérales supportent des traverses en bois sur lesquelles reposent les longrines portant les rails. Une rainure est ménagée dans la partie supérieure du tube pour le passage de la griffe.

Plus tard, les châssis en fonte ont été développés en largeur, de manière à supporter directement les rails. Le bordé en bois a été remplacé par une maçonnerie de béton dans laquelle les châssis se trouvent scellés.

En dernier lieu, les châssis en fonte ont été remplacés par des membrures en fer profilé. La figure 2 montre l'installation adoptée pour Market-Street.

Les rails et les cornières qui forment la rainure centrale sont reliés par une série de membrures transversales en fer à T, distantes d'environ 0^m90 les unes des autres. Ces membrures forment l'ossature d'un tunnel en béton. Deux jambettes se détachent de la membrure

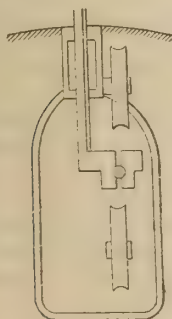


FIG. 3. — Griffe.

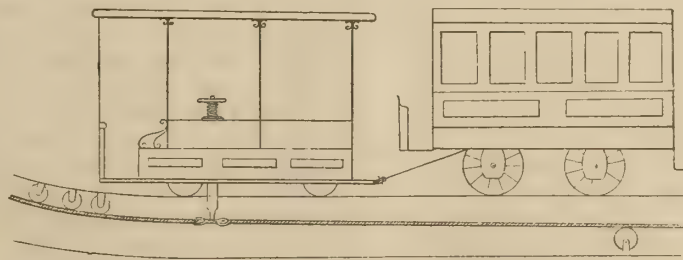


FIG. 4. — Schéma de l'installation du câble et de la voie.

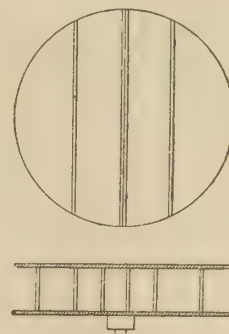


FIG. 5. — Plaque tournante.

pour supporter la rainure centrale ; elles déterminent, avec la partie inférieure du couple, le contour du tube intérieur.

Les rails, les cornières formant rainure et le couple constituent un tout rigide qui s'oppose efficacement à toute déviation des rails par rapport à la rainure ou d'un rail par rapport à l'autre.

Le tunnel en béton repose sur une série de piliers en béton à section rectangulaire de 0^m40 sur 1^m50, distants de 2^m75 les uns des

autres. Les fondations sont consolidées sous les piliers par des pieux enfoncés dans le sol. Cette construction est très solide et empêche tout affaissement. Elle permet de faire en abord du tunnel et entre les piliers de support tous les travaux souterrains relatifs aux égouts, conduites d'eau ou de gaz, sans compromettre la solidité du système.

Parcours du câble dans le tube souterrain. — En terrain horizontal, le câble est seulement soutenu de distance en distance par de petites poulies placées au-dessous.

Si la voie présente des montées, il est nécessaire de guider le câble de manière à l'empêcher de porter sur la partie supérieure du tube. Dans ce but, des poulies guides sont placées au-dessus du câble chaque fois qu'on passe d'une surface horizontale à une montée.

Quel que soit le système de griffe employé pour relier le câble au car, il faut disposer les choses de manière que la partie de la griffe qui saisit le câble ne vienne rencontrer ni les poulies de support, ni les poulies supérieures placées aux angles des montées.

La figure 3 montre la position que doit occuper la griffe. On voit que la partie du câble en prise dans les mâchoires de la griffe est en contre-haut de la position normale du câble, tangente aux poulies inférieures et en contre-bas des poulies supérieures. La griffe doit être coudée en L pour passer à côté des poulies supérieures. Cette disposition a d'ailleurs l'avantage de ne pas placer le câble directement au-dessous de la rainure.

La figure 4 montre les positions relatives du câble et de la voie et fait voir comment la griffe évite les poulies. Dans cette figure, la griffe est portée par une voiture appelée Dummy, placée à l'avant du car proprement dit.

Le câble est en fil d'acier. Dans Market-Street, il est constitué par 6 torons de 19 fils chacun et d'une âme intérieure en chanvre. Son diamètre est de 0^m32, et son poids par mètre courant est de 3^{kil}70. Il est goudronné et huilé.

Les poulies de support sont en fonte ; elles ont 0^m38 de diamètre et 0^m019 de profondeur de gorge. Leurs axes sont pourvus d'un graissage automatique.

Retour à l'extrémité de la voie. — A chaque extrémité de la voie, le câble fait retour sur une poulie horizontale, dont le diamètre est égal à la distance des brins d'aller et de retour. L'expérience a montré que le rapport entre les diamètres de la poulie de retour et du câble doit être égal à 100 environ.

Différents procédés sont employés pour transporter le car d'une voie à l'autre. Certaines lignes se servent de deux plaques tournantes placées au bout de la rue à desservir, en regard des voies d'aller et de retour. On commence par détacher le Dummy et à le transférer sur l'autre voie ; puis on transfère le car proprement dit et on l'attache de nouveau au Dummy. Il n'y a plus alors qu'à embrayer la griffe pour repartir en sens contraire.

L'emploi des plaques tournantes ordinaires exigerait que la griffe fût préalablement dégagée de la rainure. On évite cette complication en constituant la plaque tournante par deux tabliers parallèles placés l'un au-dessus de l'autre et réunis par des tirants. Le tablier supérieur porte une rainure diamétrale, et l'espace compris entre les deux tabliers est suffisant pour le passage de la griffe (fig. 5).

On remarquera que le câble devant passer entre les deux tabliers, il faut que les tirants de jonction soient distribués de telle manière que la plaque tournante puisse tourner de 90° sans que le câble vienne porter sur l'un des tirants.

Dans d'autres lignes, on n'emploie qu'une plaque tournante. L'une des voies est déviée à son extrémité et fait un angle d'environ 30° avec l'autre. Les voitures de ces lignes sont symétriques, et il suffit de faire tourner la plaque de 30° pour opérer le changement de voie.

Market-Street emploie des plaques tournantes portant de chaque côté du centre une paire de rails correspondant chacune à l'une des voies. Les voitures ne sont pas symétriques et doivent être retournées bout pour bout ; il faut donc faire tourner la plaque de 180°, et elles se trouvent alors en bonne position pour une nouvelle opération.

Les plaques tournantes de cette ligne ont un poids considérable et sont mises en mouvement par le câble lui-même. A cet effet, le câble

entraîne une poulie verticale placée sous la plaque tournante. Cette poulie transmet ensuite son mouvement à un rouleau de friction en contact avec le pourtour de la plaque. Un levier permet d'embrayer ou de stopper à volonté.

Certaines lignes de San Francisco n'ont pas de plaques tournantes. Les rails d'une voie se raccordent alors directement à ceux de l'autre. On donne une légère pente au raccord pour que le car puisse le suivre avec l'aide de la pesanteur.

Quel que soit le système adopté, il faut abandonner le câble au moment de quitter l'une des voies, et le reprendre ensuite pour repartir en sens contraire. Nous expliquerons plus tard comment se fait cette manœuvre.

Entraînement des câbles par la machine motrice. — La machine motrice, ainsi que les divers appareils destinés à donner au câble la tension et l'adhérence nécessaires, se trouvent placés dans une construction située au centre et en abord de la voie.

La figure 6 montre le parcours suivi par le câble. Il quitte la rue

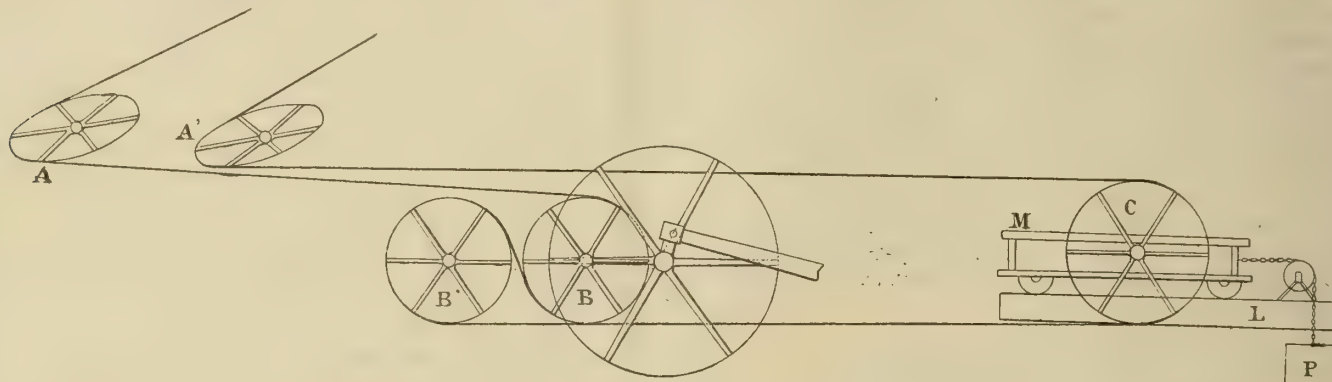


FIG. 6. — Schéma du parcours suivi par le câble.

en A, où il est dévié de 90° par une poulie horizontale. Il passe ensuite sur les poulies motrices B et B', sur chacune desquelles il fait $\frac{3}{4}$ de tour.

De là il passe sur la poulie C, revient du côté de la rue et est ramené dans le tunnel par la poulie horizontale A'. On forme ainsi une corde sans fin dont les deux brins desservent une des moitiés de la rue. L'autre moitié est desservie de la même manière, de sorte que la disposition que nous venons d'indiquer est reproduite en double.

On voit que le câble est interrompu sur une certaine longueur devant l'usine motrice. C'est la poulie de tension; nous expliquerons tout à l'heure son fonctionnement. B et B' sont les poulies motrices. Le câble fait $\frac{3}{4}$ de tour sur chacune d'elles, et l'adhérence doit être suffisante pour faire équilibre aux efforts à transmettre et entraîner le câble.

Dans Market Street, ces poulies ont 3^m65 de diamètre et ont leurs jantes garnies de bois d'érable. Elles entraînent un câble de 7487 mètres de longueur.

Sur les axes des poulies B et B' sont montées deux roues dentées de même diamètre, engrenant l'une avec l'autre. L'une de ces roues engrène avec un pignon monté sur l'arbre de la machine motrice. Le diamètre du pignon est $\frac{1}{3}$ du diamètre de la roue, de sorte que les poulies motrices font 1 tour pour 3 tours de la machine motrice.

Il y a donc, pour la voie complète, 4 poulies motrices, 4 roues dentées et 2 pignons.

Une seule machine actionne les deux pignons. C'est une machine com-

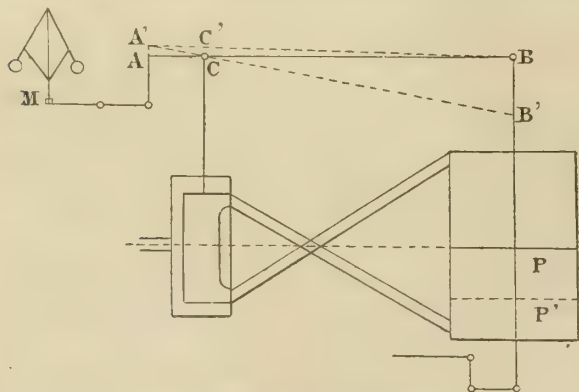


FIG. 7. — Régulateur et servo-moteur.

pound du genre Corliss. Les cylindres ont, l'un 0,86 sur 1,22, l'autre 0,61 sur 1,22. La machine développe 400 chevaux en fonctionnement normal. Il existe une deuxième machine identique qu'on tient en réserve.

La vitesse du câble est sensiblement uniforme, malgré les fluctuations du trafic et les changements de pente de la voie. A cet effet,

la machine motrice est munie d'un puissant volant et d'un régulateur centrifuge agissant directement sur l'appareil de distribution.

L'effet du régulateur est transmis par l'intermédiaire d'un servomoteur (fig. 7).

AB est un levier dont l'extrémité B est reliée à la tige d'un petit piston à vapeur P. En un point C, tel que $\frac{AC}{CB} = \frac{1}{16}$, est articulée la tige du tiroir qui règle la distribution de vapeur dans le cylindre du piston P. Les conduits de vapeur sont renversés, comme le montre la figure. Le mouvement du piston est relié à l'appareil de distribution.

A l'allure normale, le levier est horizontal, le tiroir à mi-course, et les orifices fermés. Si l'allure diminue, le manchon M s'abaisse, le point A vient en A' et le point C en C'. L'orifice bas du tiroir est donc ouvert et le piston P descend. Mais le piston, en descendant, entraîne l'extrémité B du levier, et lorsque celui-ci est venu en A'CB' le tiroir est de nouveau fermé et le piston s'arrête.

Il ne peut d'ailleurs dépasser cette position, car s'il en était ainsi le tiroir ouvrirait en sens contraire et le ferait rétrograder. L'asservissement est donc complet.

Le mode d'entraînement du câble précédemment décrit, a été adopté sur la plupart des lignes de San-Francisco. Cependant l'une d'elles (Clary street) emploie un dispositif différent qui permet d'obtenir l'adhérence suffisante avec une seule poulie dont la gorge est disposée d'une manière spéciale. C'est le dispositif connu sous le nom de « gripp pulley » (fig. 8, 9 et 10).

La gorge est formée d'une enveloppe creuse dans laquelle on place

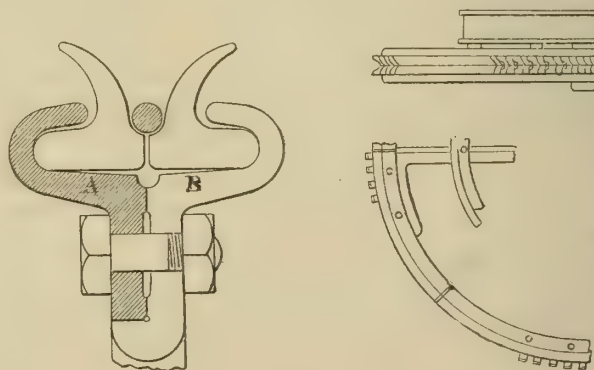


FIG. 8, 9 et 10. — Dispositif dit « gripp pulley », pour l'entraînement du câble.

une série de petites griffes à 2 branches entre lesquelles passe le câble. Ces griffes ne portent que par leurs extrémités A et B. Il est facile de voir que, sous l'effort du câble, celles-ci vont jouer autour de leurs points d'appui A et B et produiront un serrage proportionné à l'effort à transmettre.

Le câble ne fait qu'un demi-tour sur la poulie. L'idée est certainement ingénieuse, mais le fonctionnement de cette poulie laisse, paraît-il, à désirer, parce que le dessous des griffes est engorgé par le coaltar dont les câbles sont enduits. Aussi songe-t-on à revenir à la disposition ordinaire.

Tension des câbles. — Pour que l'entraînement du câble par les poulies motrices s'effectue d'une manière régulière, il faut que le câble soit toujours tendu. Celui-ci subit des variations de longueur très notables, par suite des changements de température et, de plus, il s'allonge sensiblement par l'usage. De là la nécessité d'un dispositif permettant de régler la tension du câble d'une manière uniforme et automatique.

Le tendeur est installé comme le montre la figure 6.

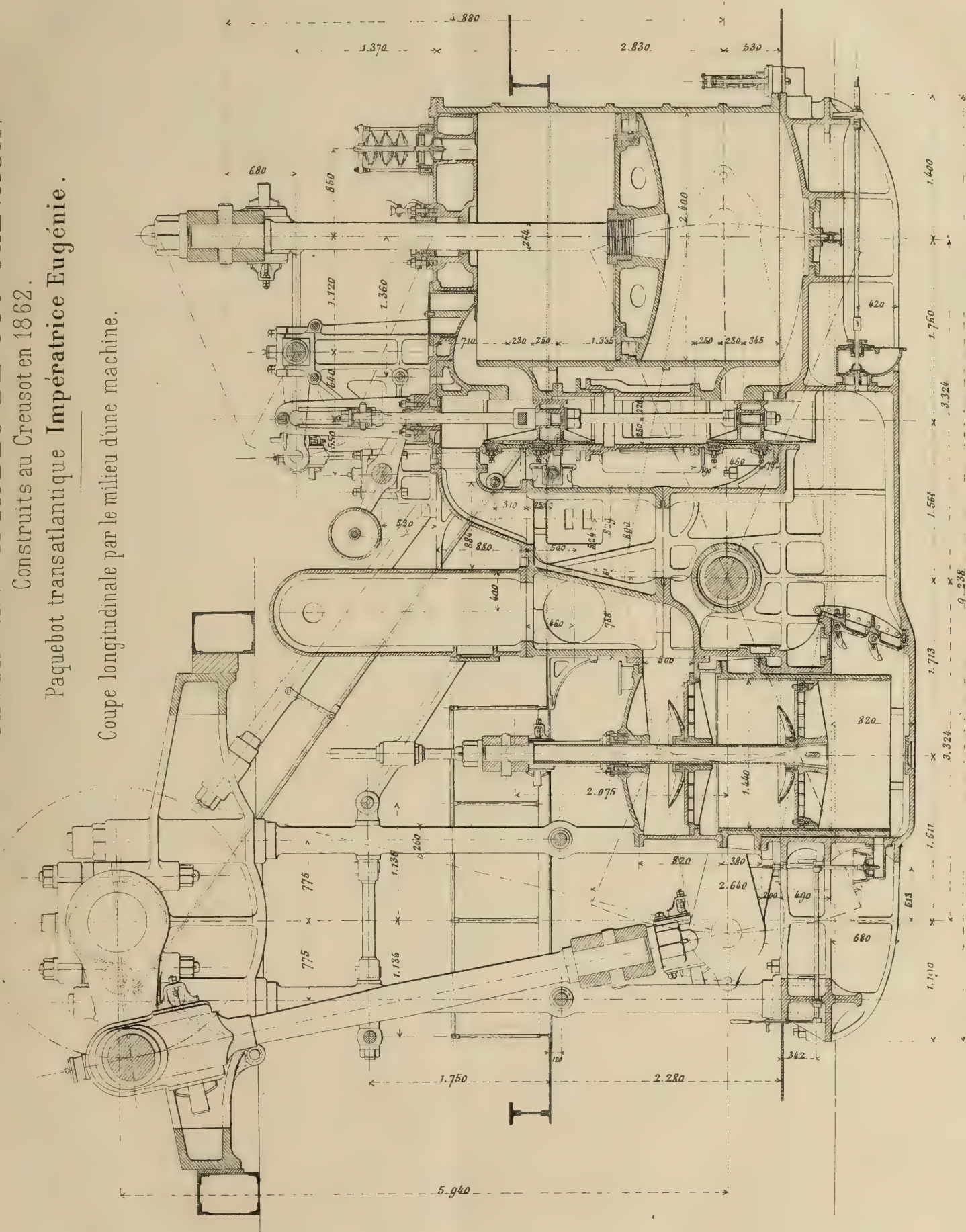
L est un chariot mobile sur des rails. En temps ordinaire, deux

APPAREILS A AUBES DE 900 CHEVAUX.

Construits au Creusot en 1862.

Paquetot transatlantique Impératrice Eugénie.

Coupe longitudinale par le milieu d'une machine.



linguets engagés dans des crémaillères l'empêchent de se déplacer sous l'effort de tension du câble.

M est un chariot plus petit, mobile sur le premier. C'est lui qui porte la poulie C sur laquelle passe le câble.

Le poids P est suspendu au chariot M par une chaîne qui fait retour sur une poulie fixée au chariot.

On voit que la tension du câble sera constante et égale à la moitié du poids P. Toute variation de longueur du câble se traduira par un mouvement correspondant du petit chariot sur le grand.

Quand l'allongement est tel que le poids P soit à bout de course,

on ramène le chariot L en frappant sur lui un palan dont le garant est relié à un tambour porté par l'axe de la poulie C. Comme celle-ci tourne régulièrement, le chariot L est ramené par le mouvement même du câble. En même temps, le poids P s'élève et le chariot M, qui reste fixe, finit par se retrouver sur l'avant du chariot L.

Dans Market Street, la poulie C a 3^m 81 de diamètre. Le poids P est de 5 tonnes environ. L'appareil permet d'embarquer 100 mètres de mou sur chaque câble.

J. AUSCHER,
Ingénieur.

(A suivre.)

CHANGEMENT DE MARCHE A VAPEUR, nouveau système à verrouillage automatique de la Compagnie de l'Ouest.

L'augmentation successive des pressions et de la puissance des ma-

Compagnie de l'Ouest par M. Clérault, Ingénieur en chef du matériel et de la traction, et qui figurait à l'Exposition de 1889, mérite à tous égards d'être cité comme répondant d'une manière effective et simple au but que l'on s'est proposé. Cet appareil, bien mécanique, est à la fois léger et peu encombrant.

Fig 1 Elevation ($\frac{1}{10}$)

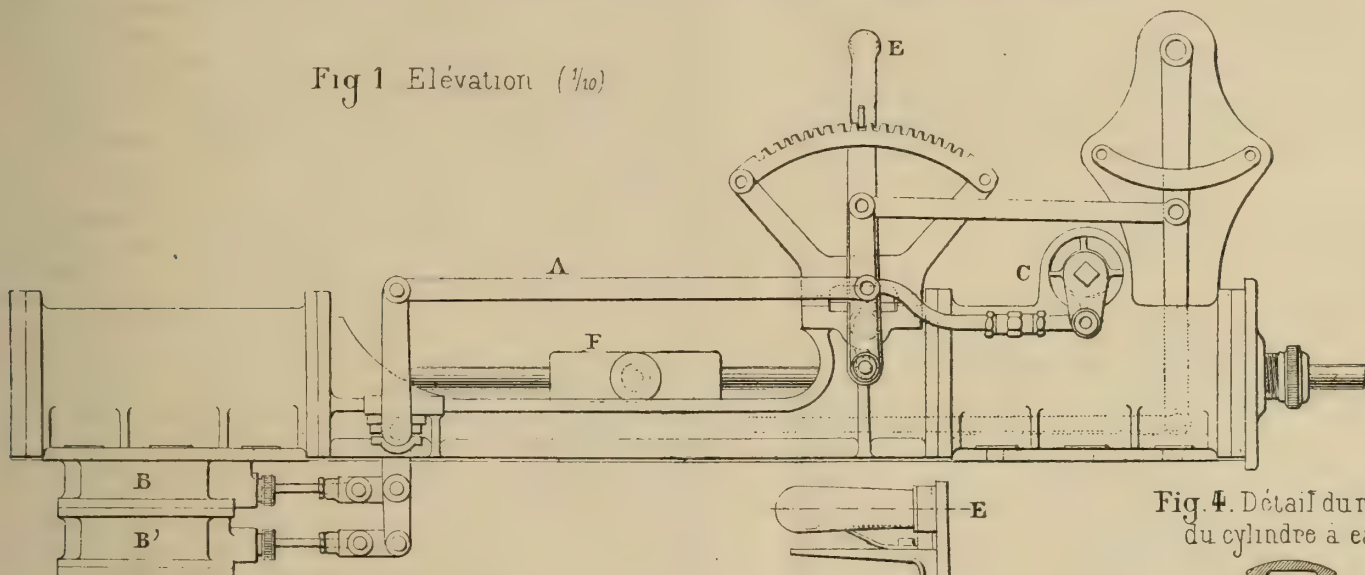


Fig.3. Détail du tiroir ($\frac{1}{5}$)

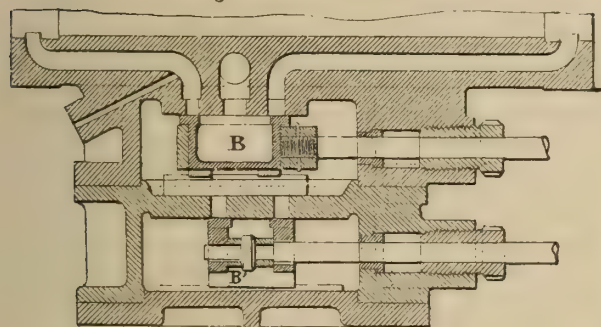


Fig.2.
Détail du levier
de changement
de marche

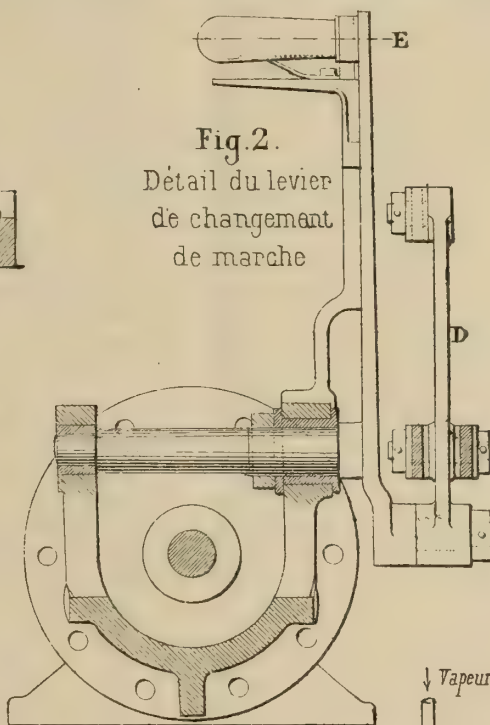


Fig.4. Détail du robinet
du cylindre à eau.

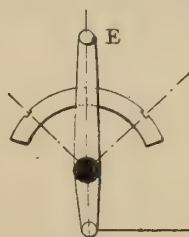
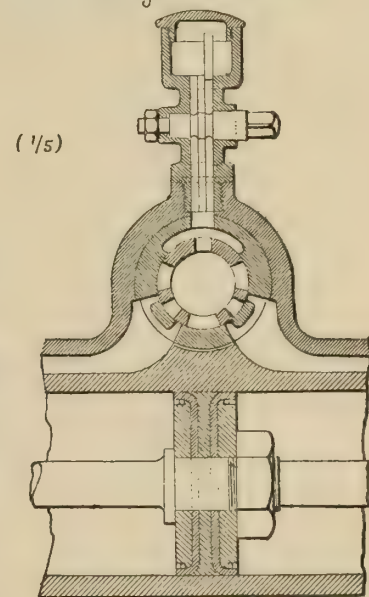


Fig.5. Principe de
l'asservissement

● Points fixes de rotation

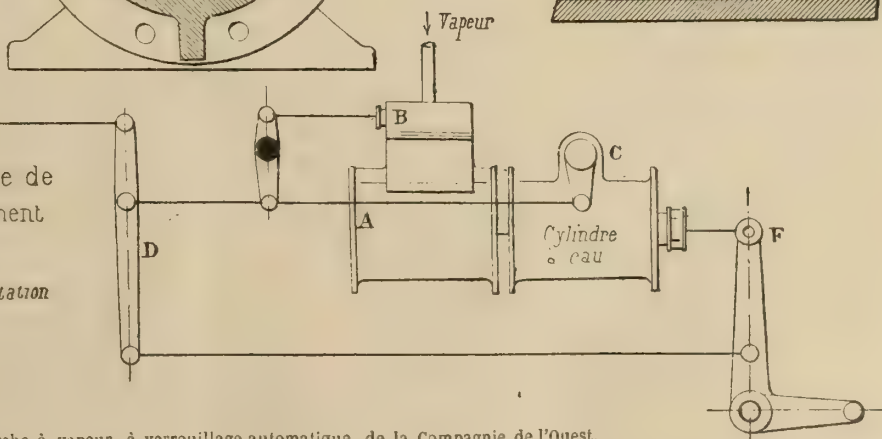


Fig. 1 à 5. — Changement de marche à vapeur, à verrouillage automatique, de la Compagnie de l'Ouest.

chines ont rendu intéressant, dans beaucoup de cas, de remplacer la manœuvre à main du changement de marche, par une commande à vapeur, plus rapide et plus sûre. Il a été construit jusqu'ici un assez grand nombre d'appareils dans ce but. Celui qui a été étudié pour la

Ce changement de marche appartient à la classe des servo-moteurs. Il est complètement asservi, et la seule commande que le mécanicien ait à faire consiste à mettre un levier spécial au cran de marche.

L'appareil (fig. 1 à 5) se compose d'un cylindre à vapeur et d'un cylindre

**

à eau, placés en tandem, et dont les pistons actionnent une tige commune reliée par une longue bielle avec le bras de l'arbre de relevage. Ces deux cylindres sont placés horizontalement sur le couvre-roue de droite, à l'intérieur de l'abri.

Le cylindre à vapeur sert à opérer le déplacement des coulisses, le cylindre à eau ne sert que pour le verrouillage. La tringle A, qui commande le tiroir B d'admission de vapeur et le robinet C de verrouillage, est actionnée par un balancier C, dont les extrémités sont attachées, l'une à la manette E, l'autre à la tige du piston F; chaque extrémité joue alternativement le rôle de point fixe. Le déplacement de la manette détermine simultanément l'ouverture du tiroir D et celle du robinet; puis, le mouvement du piston qui se produit sous l'action de la vapeur, à la suite de cette ouverture, amène la fermeture du tiroir et du robinet. Cette fermeture a lieu lorsque le second déplacement est égal au premier.

Le tiroir de vapeur et le robinet de verrouillage doivent découvrir la lumière au plus petit mouvement, aussi leur recouvrement est-il très faible. Dès lors, pour éviter, en dehors des périodes de changement de marche, l'arrivée de la vapeur sur le piston, arrivée qui, en raison du verrouillage, aurait d'ailleurs peu d'importance, on a ajouté un deuxième tiroir commandé par le même mouvement que le premier, mais dont la course et le recouvrement sont doubles.

Le cylindre de verrouillage est rempli d'un mélange d'eau et de glycérine. Cette dernière substance a pour but d'empêcher la congélation.

VARIÉTÉS

REVUE DES ORGANES TECHNIQUES ALLEMANDS

(Septembre 1889.)

Résultats d'exploitation du chemin de fer métropolitain de Berlin. — L'attention des lecteurs du *Génie Civil* a été plus d'une fois appelée sur le chemin de fer métropolitain de Berlin. Nous nous bornerons donc à dire ici que cet important travail, commencé en 1875, a été achevé en 1882. La ligne, longue de 12 kilomètres, a été exécutée par la direction royale des chemins de fer de Berlin, et a occasionné une dépense totale de 68140000 marks. Le viaduc sur lequel elle repose presque tout entière, a exigé la mise en œuvre de 230000 mètres cubes de maçonnerie et de 125000 tonnes de fonte et de fer, sans compter le poids du matériel de la voie (rails et traverses métalliques). Quant au matériel de traction, il se compose actuellement de 88 locomotives, sur lesquelles on trouvera des renseignements dans le n° 28 du journal des *Ingénieurs et architectes autrichiens*. Nous ne nous arrêterons donc pas sur sa description.

Il nous paraît au contraire utile d'entrer dans quelques détails sur le mode et les résultats d'exploitation de la ligne métropolitaine, dont le service combiné avec celui du chemin de fer de ceinture existant antérieurement, a doté Berlin de communications très rapides et très peu coûteuses. La fréquence des trains y varie de 5 à 20 minutes suivant les sections parcourues et aussi suivant l'heure de la journée. Les arrêts sont combinés de telle sorte que les voitures de chaque classe viennent toujours se placer devant des emplacements du quai d'embarquement bien délimités et signalés par des inscriptions très apparentes. La montée et la descente des voyageurs se font donc d'une manière fort régulière, et l'arrêt, même lorsque les trains sont le plus chargés, ne dépasse pas une demi-minute. La mise en marche se fait sans aucun autre avertissement que le coup de sifflet de la locomotive.

La circulation des trains commence à 5 heures du matin et finit à minuit et demi.

Il importe de signaler ici que le métropolitain berlinois sert non seulement au mouvement des voyageurs dans la capitale et sa banlieue, mais aussi à l'expédition des trains rapides dans toutes les directions. Les anciennes gares ne sont donc plus utilisées que pour le départ des trains de voyageurs ordinaires et se trouvent ainsi considérablement déchargées.

Dans ces conditions, le trafic total des voyageurs qui se fait sur quatre voies dans la direction principale s'établit comme il suit:

a) Service des grands parcours:	
Trains de semaine	114
Trains supplémentaires du dimanche	16
b) Service local:	
Trains de semaine	272
Trains supplémentaires du dimanche	80
TOTAL	482

Le prix des places varie de 15 à 50 pfennings (18 à 62 centimes) pour la 2^e classe et de 10 à 30 pour la 3^e. Les voitures de 1^{re} classe ne circulent pas dans les trains métropolitains. Quant aux marchandises, elles en sont encore exclues, mais lorsque les halles centrales, en construction sur l'Alexanderplatz, seront terminées, un train spécial

circulant la nuit et desservant toutes les gares têtes de ligne, y apportera les denrées nécessaires à l'alimentation de la capitale.

L'entretien de la voie présente aussi quelques particularités qui méritent d'être mentionnées. On avait d'abord cherché à faire exclusivement pendant la nuit tous les travaux qu'il nécessite, mais on reconnut bientôt les inconvénients de cette manière de faire au point de vue de la bonne exécution, et on fait maintenant l'entretien de jour avec des équipes particulièrement exercées. Les dépenses annuelles sont forcément élevées, surtout pour les sections posées sur longrines métalliques; elles sont de 1140 marks par kilomètre pour les deux voies de transit, et de 1936 marks pour celles du métropolitain proprement dit. Cette même dépense n'est que de 402 marks pour la moyenne des chemins de fer de l'Etat prussien.

Si nous passons maintenant au chapitre des recettes, nous constatons qu'elles se sont élevées, en 1886-1887, à 3 029 019 marks pour 17 399 509 billets délivrés; à ce chiffre, il faut ajouter le produit de la location des voûtes du viaduc, qui sont utilisées comme à Paris celles du chemin de fer de Vincennes, et ont donné dans la même année un revenu de 312 000 marks; enfin celui des buffets et locaux de la poste. La recette totale a été dans l'année en question de 3 341 019 marks, tandis qu'elle n'avait été que de 1 499 533 marks dans le premier exercice 1882-1883. L'augmentation est donc rapide, et il paraît probable que, pour l'exercice actuel, le chiffre de la première année aura été plus que doublé.

Malgré cet accroissement considérable du trafic, les résultats financiers du métropolitain berlinois sont loin d'être satisfaisants. Tandis que le coefficient d'exploitation de l'ensemble du réseau prussien est de 57 %, il s'élève pour le métropolitain à 85 %, ce qui représente en chiffres ronds, 2 800 000 marks; il ne reste donc que 200 000 marks environ, soit 7/10 % pour l'intérêt du capital engagé.

Il faut du reste reconnaître que dans une entreprise de ce genre, exécutée tout entière aux frais de l'Etat, le bénéfice direct doit bien moins entrer en ligne de compte que les avantages multiples qui en résultent pour la capitale et le pays tout entier. Berlin étant une ville relativement récente, le métropolitain a pu y être établi dans des conditions telles qu'il a pu contribuer et contribuera encore d'une manière efficace à son développement.

L'intéressante communication à laquelle nous avons emprunté les chiffres cités ci-dessus, montre que depuis l'année 1882 le nombre des voitures de place, tramways et autres moyens de transport, a augmenté d'une façon considérable, malgré la puissante concurrence qui leur a été créée. En serait-il de même chez nous, et surtout une création aussi importante pourrait-elle être faite sans porter une grave atteinte à la physionomie si variée et si élégante de notre capitale? c'est ce qui a été déjà longuement discuté, sans avoir provoqué jusqu'à présent une solution qui satisfasse tous les intérêts.

Statistique des appareils à vapeur du royaume de Prusse pour l'année 1888. — L'administration des Mines publie, en France, chaque année, une statistique qui peut servir de mesure pour l'étude du développement industriel de notre pays. Il peut être intéressant de rapprocher ces renseignements de ceux qui viennent d'être publiés par le journal du bureau de statistique de l'Etat prussien (*Zeitschrift des Königlich Preussischen statistischen Bureau*). Ils sont eux-mêmes présentés sous une forme qui permet de comparer les résultats de 1879 avec ceux de 1888, et de se rendre compte des progrès faits dans cette période de dix années. Les chiffres publiés concernent tous les appareils à vapeur du royaume, à l'exception des locomotives et des machines employées par les administrations de la marine et de la guerre.

	1879	1888
Chaudières fixes	32.411	45.575
Machines à vapeur fixes	29.895	43.570
Chaudières mobiles et locomotives	5.536	11.571
Chaudières de navires	702	1.451
Machines à vapeur de navires	623	1.246

Sans entrer dans le détail de ces chiffres, pour chaque province du Royaume, nous avons remarqué que la Westphalie et la Prusse rhénane d'une part, la Silésie de l'autre, fournissent en 1888 un contingent de 10 855, respectivement de 6 695 chaudières fixes, soit plus du tiers du chiffre total indiqué ci-dessus. On reconnaît là l'influence des deux grands bassins houillers qui représentent ensemble plus de la moitié de la production totale de l'Allemagne entière.

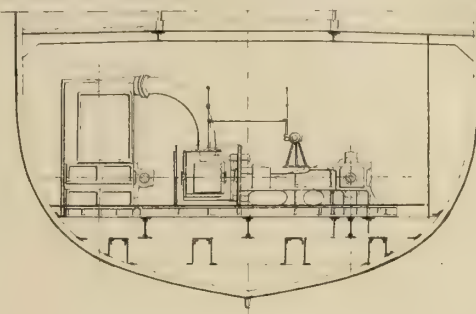
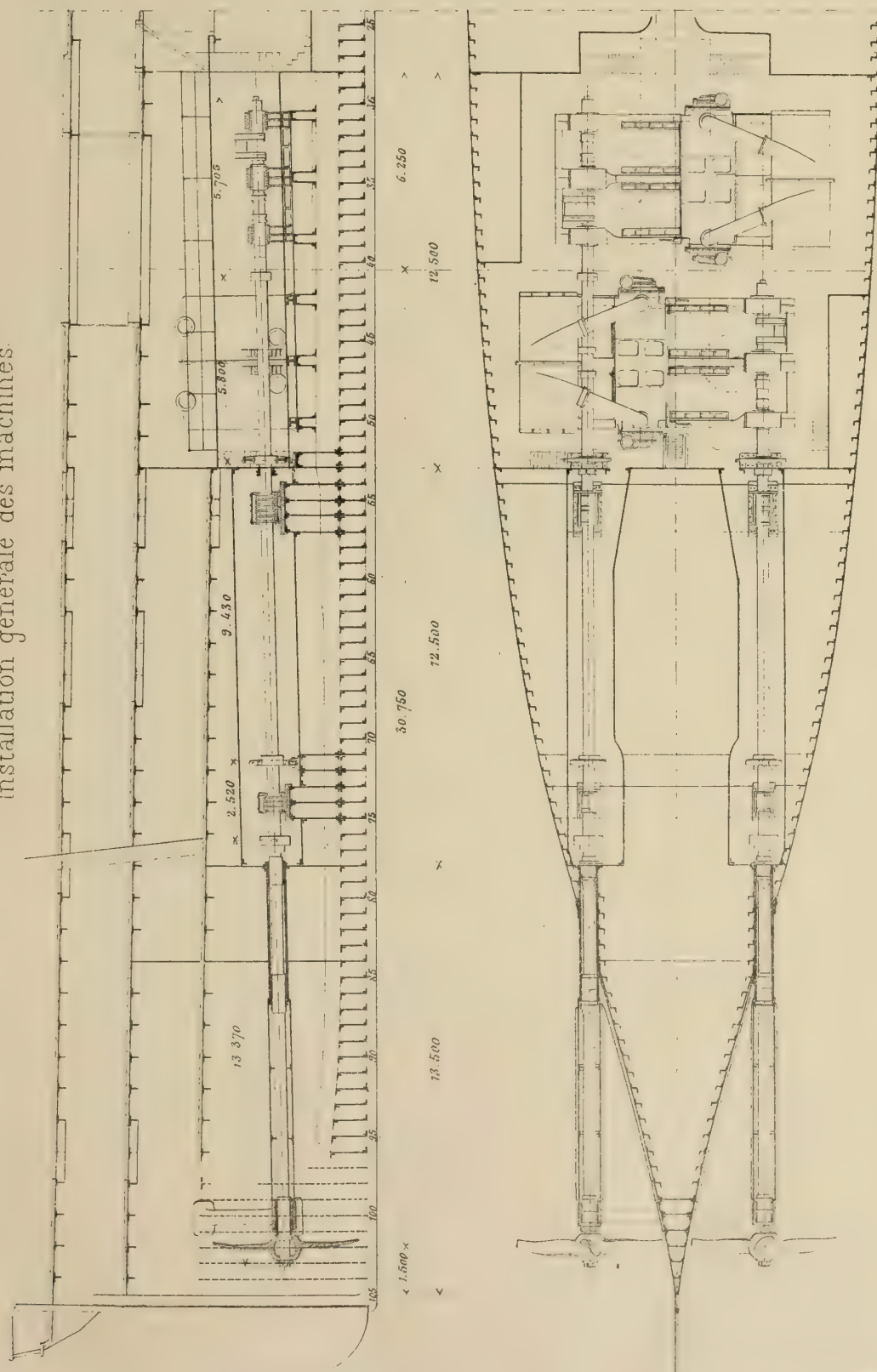
La statistique en question, reproduite par le n° 293 (1^{er} septembre 1889) des *Annales de Glaser*, donne des renseignements intéressants sur les divers types des chaudières en service, divisées en 9 catégories, suivant le principe de leur construction. On voit que le nombre des chaudières à simple corps cylindrique va sans cesse en diminuant. Au contraire, l'augmentation est très sensible pour les chaudières à plusieurs foyers intérieurs (type de Cornouailles), qui sont passées de 7 916 à 13 033. On constate la même progression dans le chiffre représentant la pression de vapeur pour laquelle les chaudières sont construites. C'est ainsi qu'on ne trouvait en 1878 que 4 179 chaudières timbrées pour une pression effective supérieure à 5 atmosphères, tandis qu'il en existe 13 415 en 1888.

APPAREILS A 2 HELICES DE 900 CHEVAUX

Construits au Creusot en 1868.

Paquebot transatlantique Lafayette.

Installation générale des machines.



Visite des Ingénieurs américains aux établissements industriels de la Prusse rhénane. — La Société des Ingénieurs américains, qui a visité au mois de juin dernier notre Exposition universelle, avait été invitée, dès son débarquement à Liverpool, à une excursion dans les grandes usines de la Prusse rhénane et de la Westphalie. Les excursionnistes, en nombre un peu réduit, sont arrivés à Aix-la-Chapelle le 2 juillet.

Ils ont visité dès le lendemain les importantes aciéries de Rothe Erde, près de cette ville, ainsi que les usines à zinc de Stolberg. C'est à Düsseldorf qu'ils ont installé leur quartier général et que les fêtes les plus brillantes leur ont été offertes. Parmi les établissements visités à Düsseldorf même, puis à Cologne et à Dortmund, points extrêmes des courses organisées par un comité formé des principaux maîtres de forge du pays, on cite les hauts fourneaux du Schalker-Gruben-und-Hütten-Verein, près de Gelsenkirchen, les ateliers de construction de la Société Humboldt, à Kalk, et la fabrique de moteurs à gaz de Deutz, près de Cologne, les aciéries du Rhin à Dortmund, enfin les ateliers de fabrication du coke, avec utilisation des sous-produits, construits sur les puits Schamrock et Germania, situés également près de Dortmund. Les journaux allemands auxquels nous empruntons ces détails signalent la grande cordialité qui s'est manifestée dans ces visites, largement arrosées de vin du Rhin; il y a même été question d'une union internationale de toutes les Associations d'Ingénieurs spécialement affectées à l'exploitation des mines et des établissements métallurgiques. Inutile d'ajouter que les statuts n'en ont point encore été rédigés.

G. BRESSON.

INFORMATIONS

Projet de tour de 500 mètres pour l'Exposition de 1892, aux États-Unis.

Notre confrère anglais *Engineering*, dans son numéro du 15 courant, signale un nouveau projet de tour colossale, imaginé en vue de la prochaine exposition des États-Unis, en 1892, dont le *Génie Civil* a déjà entretenu ses lecteurs (1).

Il s'agit aujourd'hui d'un monument moins encombrant que celui dont il a été question dans notre dernier numéro, mais qui, sous le rapport de la hauteur, dépasserait néanmoins de près de 200 mètres la tour Eiffel.

L'auteur de ce projet, M. Judson, est l'inventeur d'un système de propulsion pneumatique des voitures, qu'il se propose d'utiliser pour remorquer au sommet de sa tour les visiteurs de l'Exposition américaine.

Comme le montre la figure 1, la tour Judson est entièrement de style anglo-saxon, ou, pour mieux dire, américain; elle se distingue surtout par la solidité et n'a aucune prétention à l'élégance de formes que l'on admire dans la tour française. L'auteur semble n'avoir eu d'autre préoccupation que de créer une tour de 200 mètres plus élevée que celle du Champ de Mars et susceptible de recevoir un nombre de visiteurs beaucoup plus considérable.

En ce qui concerne la hauteur, le problème était facile à résoudre. Personne n'a jamais douté de la possibilité de construire une tour de 300 mètres, et même de 600 mètres de hauteur. La seule question était de savoir si un tel monument ne serait pas déplaisant à la vue en raison de ses proportions inusitées; c'était la crainte de beaucoup de personnes, et ce n'est que lorsque la tour Eiffel a été construite, que les craintes du Paris artiste se sont apaisées. Mais que penseront les Américains qui ont visité l'Exposition de Paris, lorsqu'ils se trouveront en présence de la création de M. Judson? Il y aura peut-être une certaine déception.

Cependant, en dépit du défaut de sentiment artistique, il faut reconnaître qu'au point de vue de la spéculation, le projet de M. Judson offre de belles perspectives. Le nombre de visiteurs auxquels sa tour pourra donner accès, est pour ainsi dire illimité.

Deux routes distinctes et indépendantes l'une de l'autre, monte-

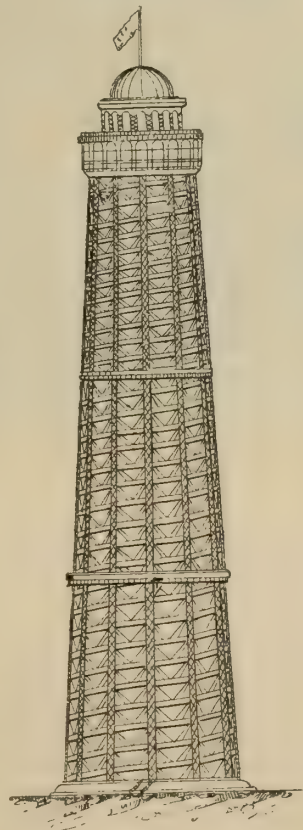


FIG. 1.

raient de la base au sommet; elles auraient une largeur de près de 23 mètres au pied de la tour et de 15^m 25 à la partie supérieure. Chaque route décrirait 17 circuits complets autour du monument et n'atteindrait le sommet qu'après un trajet de plus de 6 kilomètres, avec une pente de 8 centimètres par mètre. Une voie serait réservée aux voitures ordinaires; l'autre serait destinée à un service de tramways qui se suivraient à une demi-minute d'intervalle, remorquant chacun 60 voyageurs par le système pneumatique Judson.

A l'intérieur de la spirale décrite par ces routes, il y aurait dix planchers circulaires d'environ 85 mètres de diamètre, échelonnés à des intervalles proportionnés à la hauteur de la tour. Le but de ces planchers n'est pas indiqué, mais un journal américain incline à penser qu'ils permettraient d'installer de nombreux restaurants ou hôtels populaires.

On prétend, aux États-Unis, que les auteurs de la tour du Champ de Mars doivent leur inspiration à un projet présenté devant le comité de l'Exposition du centenaire, en 1876; mais nous ferons remarquer que, sans compter la tour de Babel, l'idée d'une construction semblable est beaucoup plus ancienne. Trevithick avait, on le sait, proposé le premier l'érection d'une tour de 4 000 pieds (304^m 80) en commémoration de l'adoption du bill de réforme; mais le moment n'était pas propice pour une entreprise de ce genre, et sa seule conception, non suivie d'effet, n'ôte rien au mérite de ceux qui l'ont réalisée.

En admettant que le projet de M. Judson soit réalisé, cette entreprise serait susceptible d'être avantageuse au point de vue financier, même en tenant compte du gros capital de 12 500 000 francs, pour lequel la Phoenix Bridge Company offre de l'exécuter.

Le prix d'entrée serait de 1 dollar (5 francs), et l'on estime que 94 000 personnes pourraient faire journellement l'ascension de la tour. A Paris, où l'ascension complète ne coûtait que 4 francs, et malgré la capacité restreinte des ascenseurs, les recettes ont été importantes. Si l'on considère l'abondance d'argent dont disposent les classes travailleuses américaines et leur goût pour les sensations nouvelles, on peut prévoir que chez eux le nombre des ascensionnistes d'une tour très élevée sera considérable.

J. C.

Le chemin de fer transcaucasien.

On sait que le gouvernement russe a repris à la Compagnie concessionnaire le chemin de fer transcaucasien pour le compte de l'Etat.

Toutefois, le chemin de fer, entre Batoum, Tiflis et Bakou, rencontre un obstacle physique qui s'oppose au développement des transports sur cette ligne. Entre Bakou et Mixailova, station à la base de la montagne du côté de l'Asie, le profil de cette ligne ne présente rien de remarquable, mais entre le dernier point que nous venons de nommer et Beshatuba, situé sur le versant européen, et au delà de la passe de Suram, le profil s'élève par une rampe de quarante-cinq millimètres par mètre avec des courbes de 170 mètres de rayon sur une longueur de vingt kilomètres.

Sur cette section, pour remorquer 13 wagons, il faut employer deux locomotives Farlie, l'une en tête et l'autre en queue du train, ayant chacune 65 tonnes de poids adhérent.

Tout le mouvement sur cette ligne a donc dû être limité à cause de cette section exceptionnelle.

Lorsque le tunnel en construction sera terminé, les plus fortes rampes rencontrées dans la direction ouest seront de 0^m 010 par mètre avec des courbes d'un rayon minimum de 77 mètres, et dans la direction est les rampes seront de 0^m 025.

La longueur totale de cette ligne entre Batoum et Bakou sera de 906 kilomètres, y compris le détour de 10 kilomètres occasionné par le tunnel et ses lignes d'accès. Ce dernier est construit à deux voies à l'écartement de 1^m 525, et sa longueur est de 3 979 mètres.

Construction d'élévateurs en Russie.

La Société d'agriculture du midi de la Russie vient de présenter un projet d'établissement de tout un réseau d'élévateurs de grains dans les principaux ports de l'Empire russe, le long des voies et sur les rives des fleuves navigables.

Les ports d'Odessa, Nicolaïew, Kherson, Sébastopol, Kertch, Berdiansk, Akermann vont être dotés bientôt d'élévateurs. A Odessa, notamment, le principal élévateur sera établi sur la dernière jetée à l'ouest du port. Il se composera d'une estacade en fer, à six voies, avec trémies-magasins pour l'emmagasinage du blé, et assurera le chargement des navires du plus fort tonnage. Cet élévateur permettra d'emmagasiner et de charger 2 000 wagons par jour. C'est le double du mouvement sur lequel on compte pour les premières années.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 26, p. 629; tome XVI, n° 2, p. 35 et n° 3, p. 70.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LES INDUSTRIES MARITIMES DU CREUSOT

La Machine.

(Suite¹). — Planches XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI et XVII.)

En 1874, le Ministre de la Marine, qui venait d'arrêter un grand programme pour la reconstitution de la flotte rendue nécessaire par la suppression pendant plusieurs années des travaux de construction navale et aussi par l'apparition des navires en fer et en acier qui allaient se substituer aux anciens navires cuirassés en bois, commanda à MM. Schneider l'appareil de 6 000 chevaux du cuirassé de premier rang le *Redoutable* (fig. 1).

Cet appareil (Pl. XI) comporte :

Trois machines horizontales accouplées à deux cylindres compound et à hélice. Bielles en retour. Distribution par coulisses et tiroirs. Condensation par surface. Pompes de circulation centrifuges.

Puissance indiquée, 6 000 chevaux.

Nombre de tours par minute, 68.

Chaudières cubiques, tubulaires à foyers intérieurs et à retour de flammes.

Pression de la vapeur aux chaudières, 2^k 25.

Poids total, machines, chaudières et eau, 1 043 tonnes.

Poids par cheval indiqué de 75 kgm., 174 kilogr.

Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 2^m 835.

Après le *Redoutable* vient une longue série d'appareils de grande

Bielles directes. Distribution par coulisses et tiroirs. Condensation par surface. Pompes de circulation centrifuges.

Puissance indiquée, 8 000 chevaux.

Nombre de tours par minute, 77.

Chaudières tubulaires elliptiques à foyers intérieurs et à retour de flammes.

Tirage forcé par jets de vapeur.

Pression de la vapeur aux chaudières, 4^k 13.

Poids total : machines, chaudières et eau, 1 151 tonnes.

Poids par cheval indiqué de 75 kgm., 144 kilogr.

Vitesse linéaire par seconde du piston, 2^m 567.

Puis deux appareils de 4 000 chevaux pour les cuirassés de croisière *Turenne* et *Bayard*. Ces deux derniers bâtiments, de même que les croiseurs *Lapérouse*, *Nielly* et *Primauguet*, ont fait la campagne de Chine avec l'amiral Courbet. On se rappelle que le *Bayard* portait le pavillon de cet éminent homme de mer.

Les machines du Creusot ont fait brillamment ce service pénible ; tous les officiers qui ont commandé ou conduit ces bâtiments sont unanimes à reconnaître les qualités de leurs appareils moteurs.

Le Creusot a construit encore les deux appareils de 4 800 chevaux des garde-côtes cuirassés *Terrible* et *Indomptable*, et un appareil de 8 500 chevaux pour le cuirassé d'escadre le *Formidable* (pl. XII).

Ce dernier comporte :

Deux machines verticales à pilon à trois cylindres compound, actionnant chacune une hélice. Les machines sont à bielles directes. Distribution par

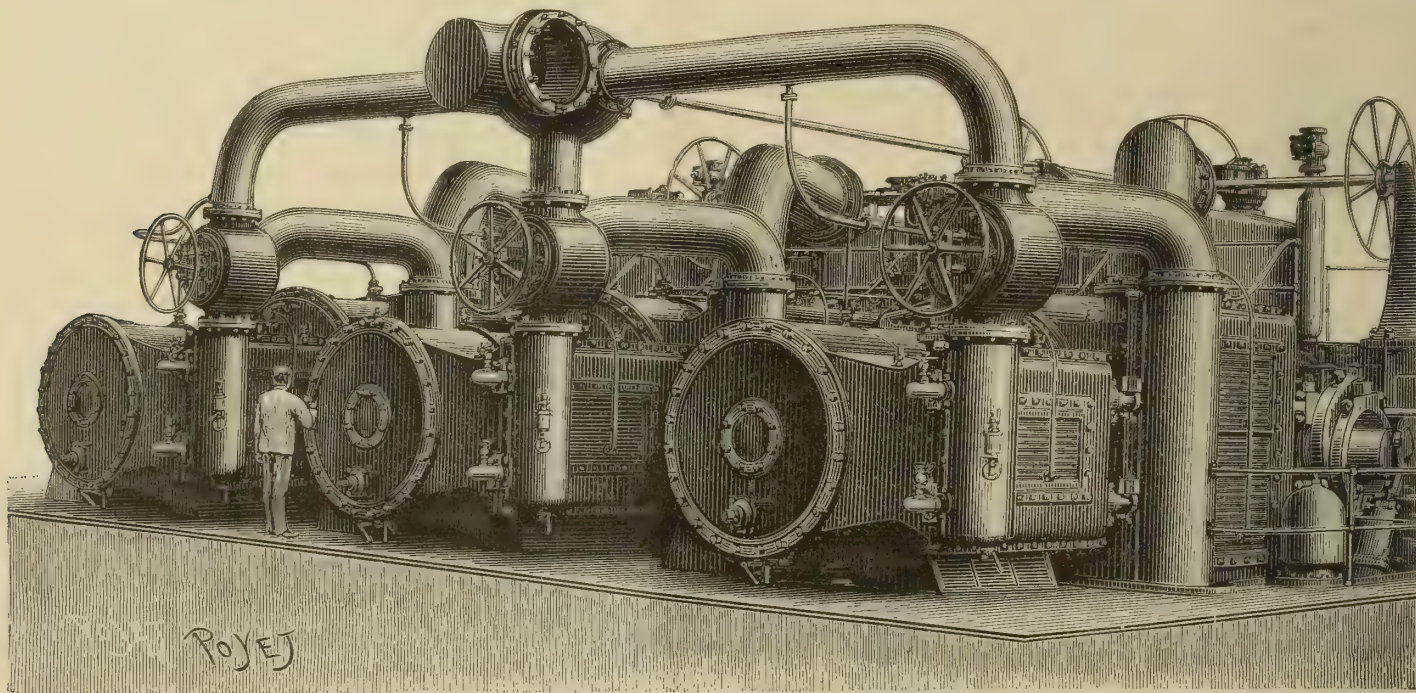


FIG. 1. — USINES DU CREUSOT. — Appareil à hélice de 6 000 chevaux pour le cuirassé de premier rang *Redoutable* (Marine française).

puissance. En les suivant dans l'ordre des commandes, nous trouvons successivement deux appareils de 2 640 chevaux pour les transports de l'Indo-Chine, *Annamite* et *Mytho* (la machine de ce dernier bâtiment a figuré à l'Exposition de 1878), un appareil de 3 500 chevaux pour le garde-côtes cuirassé le *Fulminant*, trois de 2 700 chevaux pour les croiseurs de deuxième classe *Lapérouse*, *Nielly* et *Primauguet*.

Voici les principales données relatives à l'appareil du *Lapérouse* :

Une machine horizontale à trois cylindres compound avec bielles en retour. Distribution par coulisses et tiroir. Condensation par surface. Pompes de circulation centrifuges.

Puissance indiquée, 2 700 chevaux.

Nombre de tours par minute, 88.

Chaudières cylindriques tubulaires à foyers intérieurs et à retour de flammes.

Pression de la vapeur aux chaudières, 4^k 13.

Tirage forcé par jets de vapeur.

Poids total : machines, chaudières et eau, 426 tonnes.

Poids par cheval indiqué de 75 kgm., 153 kilogr.

Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 2^m 500.

Vient ensuite un appareil de 6 000 chevaux pour le cuirassé de premier rang le *Courbet*. En voici les données principales :

Deux machines verticales à pilon, à trois cylindres compound. Elles commandent deux hélices.

coulisses et tiroirs. Condensation par surface. Pompes de circulation centrifuges.

Puissance indiquée, 8 500 chevaux.

Nombre de tours par minute, 80.

Chaudières tubulaires elliptiques à foyers intérieurs et à retour de flammes.

Tirage forcé par ventilateurs.

Pression de la vapeur aux chaudières, 4^k 25.

Poids total : machines, chaudières et eau, 1 253 tonnes.

Poids par cheval indiqué, 150 kilogr.

Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 2^m 667.

On se souvient des remarquables essais qu'a faits en mars dernier le *Formidable*. Il a pu réaliser sur les bases une vitesse de 16 nœuds 2, sensiblement supérieure à celle que l'on avait prévue.

Ses machines ont montré lors de cet essai des qualités de premier ordre.

Après l'appareil du *Formidable*, MM. Schneider ont exécuté ceux du *Dubourdieu* (2 500 chevaux), et des canonnières cuirassées *Fusée*, *Flamme* et *Grenade*. Ils ont construit aussi l'appareil de 12 000 chevaux du *Magenta*, cuirassé d'escadre en achèvement à Toulon, dix-sept appareils de 525 chevaux pour torpilleurs de 35 mètres, et enfin trois appareils de 6 060 chevaux pour les croiseurs de troisième classe *Troude*, *Lalande* et *Cosmao*, construits aux Chantiers de la Gironde, à Bordeaux.

L'appareil du *Magenta* (fig. 2) comporte :

Quatre machines verticales à pilon à deux cylindres compound, actionnant deux hélices.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 3, p. 63.

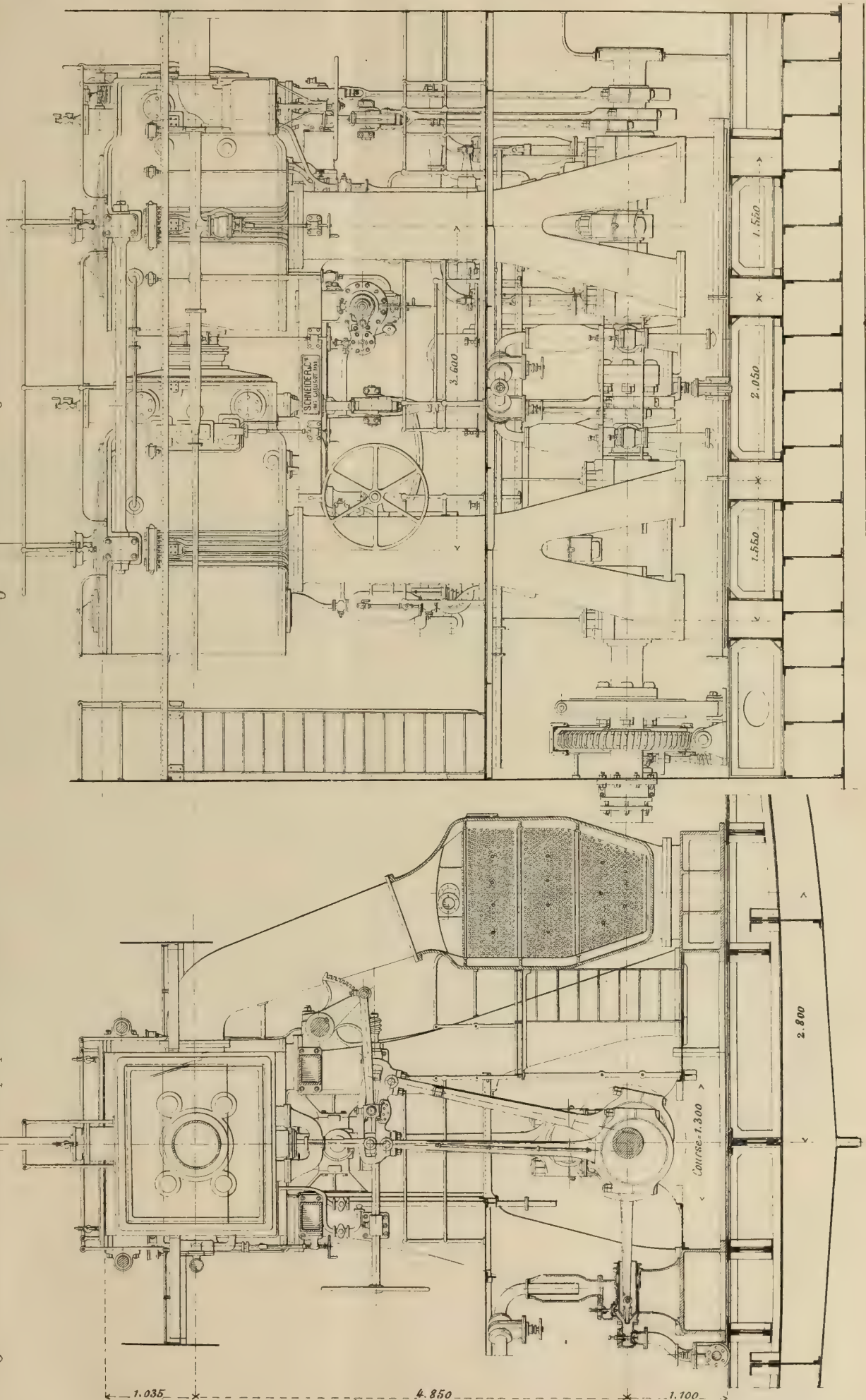
APPAREILS A HÉLICE DE 2500 CHEVAUX

Construits au Creusot en 1882.

Transport **Château-Margaux** (Chantiers et ateliers de la Gironde)

Fig. 1. Elevation transversale et coupe par le condenseur

Fig. 2. Elevation longitudinale de la machine



Bielles directes. Distribution par coulisses et tiroirs. Condensation par surface. Pompes de circulation centrifuges. Pompes à air indépendantes. Pompes alimentaires et pompes de cale Thirion.

Puissance indiquée, 12 000 chevaux.

Nombre de tours par minute, 90.

Chaudières cylindriques à foyers intérieurs et à flammes directes. Tirage forcé par ventilateurs.

Pression de la vapeur aux chaudières, 6 kilogr.

Poids total : machines, chaudières et eau, 1 392 tonneaux.

Poids par cheval indiqué de 75 kgm., 116 kilogr.

Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 3 mètres.

L'appareil du *Troude* (pl. XIII) comporte :

Deux machines horizontales à deux cylindres compound actionnant deux hélices.

Bielles directes. Distribution Marshal par tiroirs cylindriques. Condensation par surface. Pompes de circulation centrifuges. Pompes à air indépendantes. Pompes alimentaires et pompes de cale Thirion.

Puissance indiquée, 6 060 chevaux.

Nombre de tours par minute, 140.

Chaudières cylindriques à foyers intérieurs et à flamme directe. Tirage forcé par ventilateurs.

Pression aux chaudières, 7 kilogr.

Poids total : machines, chaudières et eau, 542 tonneaux.

Poids par cheval indiqué de 75 kgm., 89 kilogr.

Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 4^m 270.

Tirage forcé par jet de vapeur. Poids total : machines, chaudières et eau, 850 tonneaux.

Poids par cheval indiqué de 75 kgm., 106 kilogr.

Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 3^m 40.

Il y a également en cours d'exécution au Creusot, un appareil de 4 000 chevaux pour le croiseur-torpilleur *Wattignies*, en construction à Rochefort, six appareils à triple expansion pour un même nombre de torpilleurs de 34 mètres en construction par moitié au chantier de Chalon et aux Chantiers de la Gironde à Bordeaux, enfin deux appareils à triple expansion pour les avisos-torpilleurs *Léger* et *Lévrier* en construction à Lorient.

L'appareil du *Wattignies* comporte :

Deux machines horizontales à trois cylindres et triple expansion, conduisant chacune une hélice. Bielles directes. Distribution Marshal et tiroirs cylindriques. Condensation par surface. Pompes de circulation centrifuges. Pompes à air indépendantes. Pompes alimentaires et pompe de cale Thirion.

Puissance indiquée, 4 000 chevaux.

Nombre de tours par minute, 140.

Chaudières cylindriques à foyers intérieurs et à flammes directes.

Pression aux chaudières, 11^{kg} 25.

Tirage forcé par ventilateurs.

Poids total : machines, chaudières et eau, 387 tonneaux.

Poids par cheval indiqué de 75 kgm., 97 kilogr.

Vitesse linéaire moyenne par seconde du piston, 4^m 20⁰.

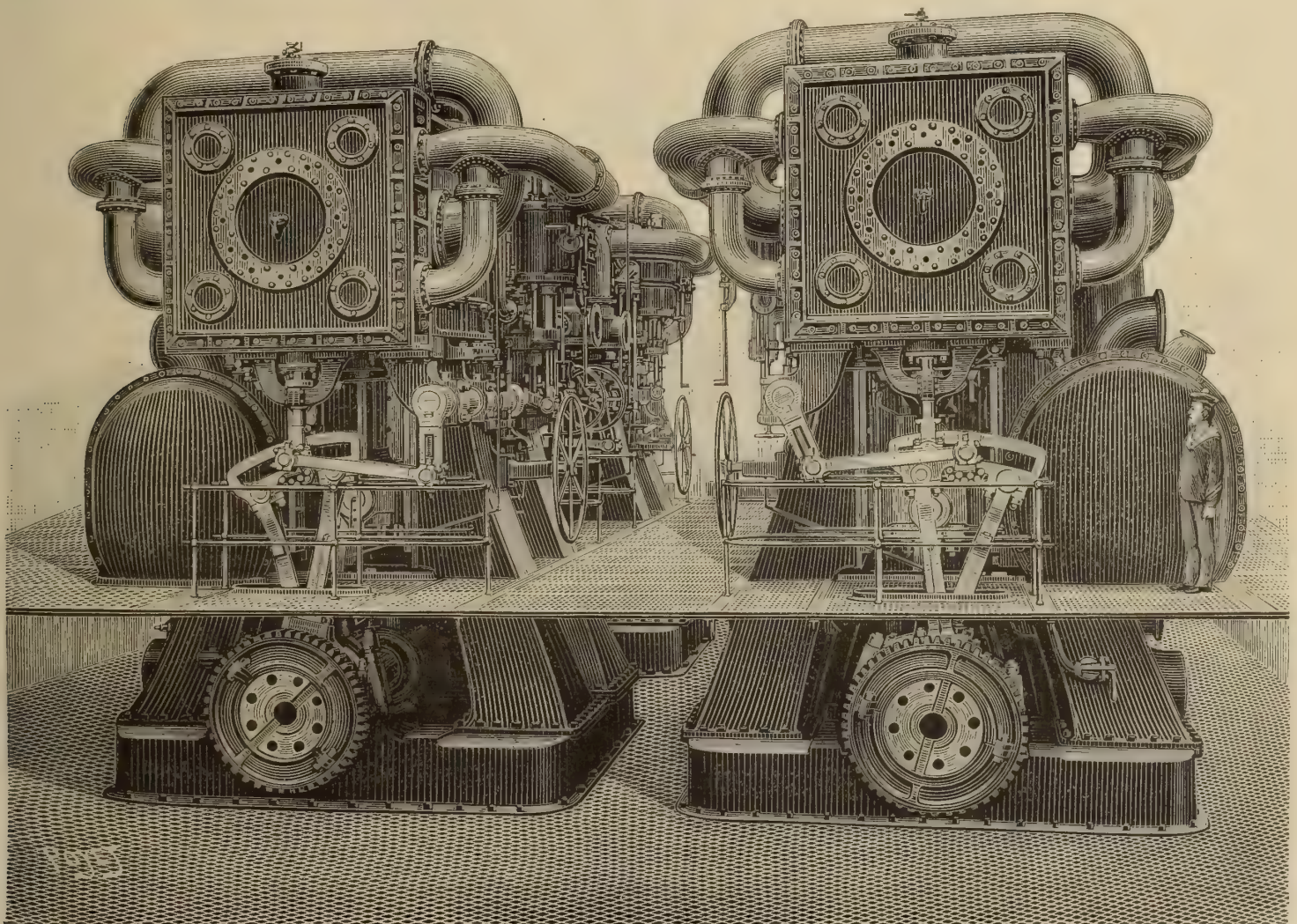


FIG. 2. — USINES DU CREUSOT. — Appareil à hélices de 42 000 chevaux pour le cuirassé d'escadre *Magenta* (Marine française).

On voit par ces derniers chiffres quel chemin nous avons fait depuis 20 ans et à quel point nous en sommes aujourd'hui. Il semble, dans les conditions actuelles, difficile d'aller plus loin sans un excès d'imprudence, pour des machines de cette importance.

MM. Schneider construisent actuellement l'appareil à triple expansion de 8 000 chevaux du croiseur *l'Alger*. En voici les données principales :

Deux machines verticales à pilon, à trois cylindres, avec bielles directes. Distribution par coulisses et tiroirs, les uns cylindriques les autres plans. Condensation par surface. Pompes de circulation centrifuges. Pompes à air indépendantes. Pompes alimentaires Belleville. Pompe de cale Thirion.

Puissance indiquée, 8 000 chevaux.

Nombre de tours par minute, 120.

Chaudières du système Belleville. Pression aux chaudières, 17 kilogr.

Pression aux machines, 12 kilogr.

Ici prend fin la nomenclature des grands appareils de navires de guerre commandés au Creusot par la marine militaire. Mais MM. Schneider ont construit aussi de nombreuses machines pour des navires de commerce et pour les appareils auxiliaires de la marine.

Nous n'en donnerons pas ici la description, nous contentant de reproduire les dessins d'une machine à balancier à roues construite en 1882 pour la Compagnie Transatlantique (pl. XIV), d'une machine à deux hélices construite en 1868 pour le paquebot *Lafayette* de la Compagnie Transatlantique (pl. XV), d'une machine de 2 500 chevaux pour le transport *Château-Margaux* (pl. XVI), construit en 1882 aux Chantiers de la Gironde, à Bordeaux, enfin ceux de l'appareil des pontons-bigues de 50 tonnes du port de Brest et de l'arsenal de Saïgon (pl. XVII).

APPAREILS MOTEURS POUR NAVIRES DE MER CONSTRUITS AU CREUSOT (1839 A 1889)

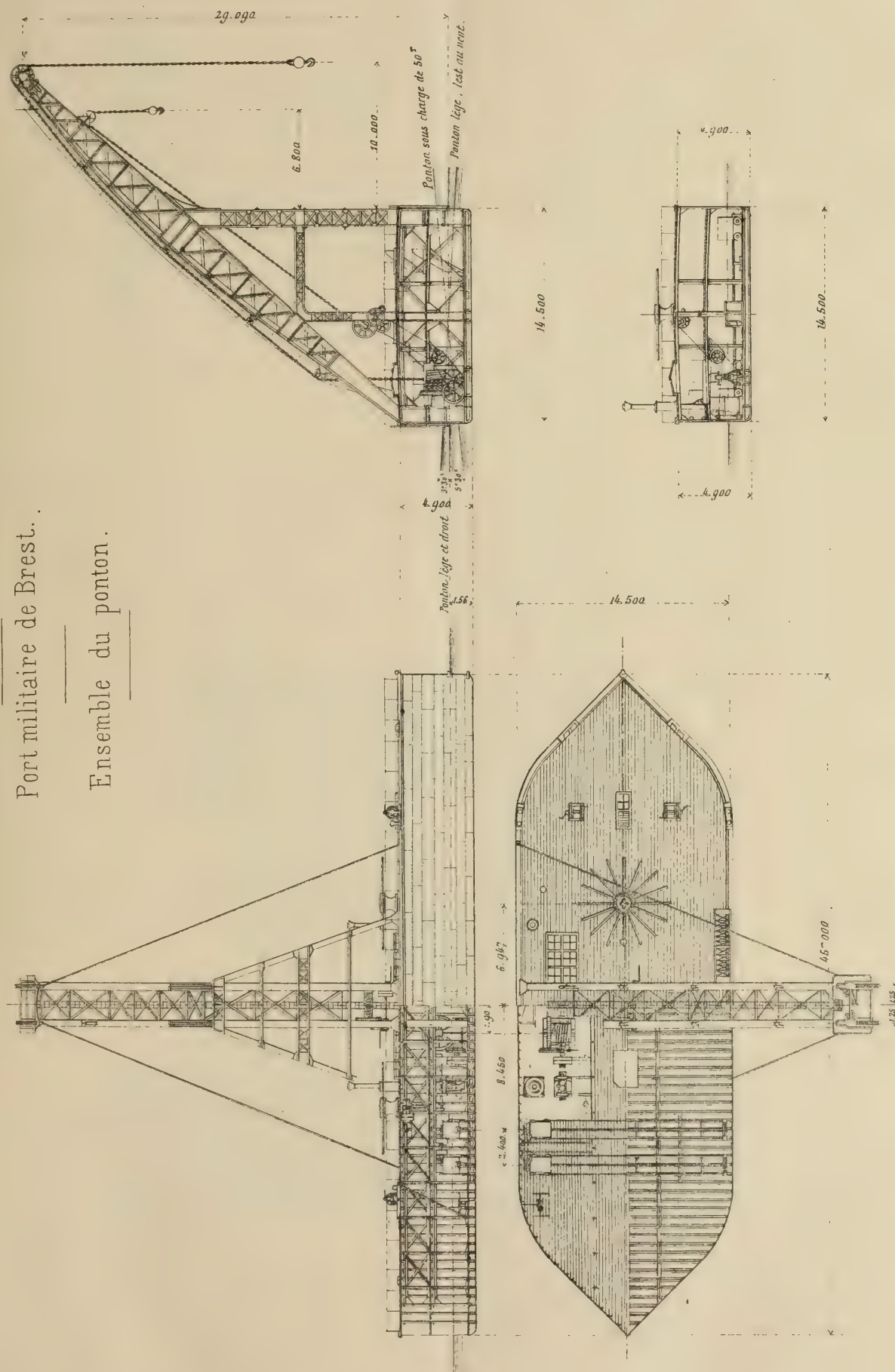
ANNÉES	NAVIRES	NOMS	DESTINATION	SYSTÈMES DES MACHINES	PUISSANCE		OBSERVATIONS
					NOMINALE	EN CHEVAUX INDICÉS	
1839	Corvette	Pluton	MARINE FRANÇAISE	A balanciers et roues.	220	660	
	—	Archimède	—	—	220	660	
	—	Cassini	—	—	220	660	
	Frégate	Labrador (1)	—	—	450	1.350	(1) Poids par cheval indiqué, 448 kilogr. Vitesse du piston, 1 ^m 15.
	—	Canada	—	—	450	1.350	
	—	Orénoque	—	—	450	1.350	
	—	Caraïbe	—	—	450	1.350	
	—	Albatros	—	—	450	1.350	
1844	Yacht	Comte d'Eu	—	Horizontales, à hélice.	320	960	
	Corvette	Caton	—	Inclinées, à hélice.	260	780	
1845	Paquebot	Biche	ADMINISTRATION DES POSTES	Oscillantes, à roues.	450	450	
	—	Daim	—	—	450	450	
	—	Mérovée	MARINE MARCHANDE	—	480	540	
	—	Oronte	—	—	480	540	
1846	Frégate	Mogador (2)	MARINE FRANÇAISE	—	650	1.950	(2) Poids par cheval indiqué, 244 kilogr. Vitesse du piston, 2 mètres.
1848	Corvette	Berthollet (1)	—	Cylindres fixes, verticaux à roues.	400	1.200	
1850	—	Laplace	—	Horizontales, à hélice.	400	1.200	
1851	Remorqueur	Valencia	MARINE MARCHANDE	Horizontales, à roues.	50	150	(3) Poids par cheval indiqué, 280 kilogr. Vitesse du piston, 1 ^m 133.
1852	Vaisseau	Prince Jérôme	MARINE FRANÇAISE	Horizontales, à hélice.	650	1.950	
	—	Fleurus	—	—	650	1.950	
	—	Wagram	—	—	650	1.950	
	—	Navarin	—	—	650	1.950	
1853	Batterie flottante	Lave (1)	—	—	150	450	(4) Poids par cheval indiqué, 271 kilogr. Vitesse du piston, 2 mètres.
	—	Foudroyante	—	—	150	450	
	—	Congrève	—	—	150	450	
	—	Dévastation	—	—	150	450	
	—	Tonnante	—	—	150	450	
	Canonniers	Dragonne	—	—	110	330	
	—	Fulminante	—	—	110	330	
	—	Mitraille	—	—	110	330	
	—	Grenade	—	—	110	330	
	—	Fusée	—	—	110	330	
	—	Avalanche	—	—	110	330	
	—	Étincelle	—	—	110	330	
	—	Flèche	—	—	110	330	
	—	Eclair	—	—	110	330	
	—	Aigrette	—	—	110	330	
	—	Alarme	—	—	110	330	
	—	Flamme	—	—	110	330	
	Frégate	Ardente	—	—	800	2.400	
	—	Impératrice - Eugénie	—	—	800	2.400	
	—	Foudre	—	—	800	2.400	
1856	Transport	Jura	—	—	250	750	
	—	Calvados	—	—	250	750	
	—	Rhône	—	—	250	750	
	—	Aube	—	—	250	750	
	—	Garonne	—	—	250	750	
	—	Finistère	—	—	250	750	
	Frégate	Danaé	—	—	200	600	
	—	Renommée	—	—	200	600	
	—	Pandore	—	—	200	600	
	—	Zénobie	—	—	200	600	
	—	Bellone	—	—	200	600	
	Corvette	Bajan	MARINE RUSSE	—	300	900	
	Frégate	Swetlana	—	—	450	1.350	
	Yacht	Etendard	—	Horizontales, à roues.	400	1.200	
1858	Frégate	Guerrière	MARINE FRANÇAISE	Horizontales, à hélice.	600	1.800	
	—	Hermione	—	—	600	1.800	
	—	Victoire	—	—	600	1.800	
	—	Junon	—	—	600	1.800	
	—	Pallas	—	—	600	1.800	
	—	Sémiramis	—	—	600	1.800	
1859	Aviso	Comète	—	—	120	360	
1860	Frégate	Clorinde	—	—	180	540	
	Transport	Allier	—	—	300	900	
	—	Ardèche	—	—	300	900	
	—	Drôme	—	—	300	900	
	—	Eure	—	—	300	900	
	—	Orne	—	—	300	900	
	—	Var	—	—	300	900	
1861	Canonniers	Décidée (1)	—	—	60	180	(5) Poids par cheval indiqué, 305 kilogr. Vitesse du piston, 1 ^m 30.
	—	Pique	—	—	60	180	
	—	Surprise	—	—	60	180	
	—	Tactique	—	—	60	180	
	Frégate	Minerve (6)	—	—	60	180	
	—	Vénus	—	—	500	1.500	
1862	Remorqueur	Patience	—	—	500	1.500	(6) Poids par cheval, 245 kilogr. Vitesse du piston, 1 ^m 920.
	Canonniers	Diligente	—	—	30	90	
	Batterie flottante	Arrogante	—	—	50	150	
	—	Implacable	—	—	150	450	
	—	Opiniâtre	—	—	150	450	
	—	Embuscade	—	—	150	450	
	—	Imprenable	—	—	150	450	
	—	Protectrice	—	—	150	450	
	—	Refuge	—	—	150	450	
	Paquebot	Impératrice - Eugénie	COMPAGNIE GÉNÉRALE TRANSATLANTIQUE	A balanciers et à roues.	850	2.550	
	—	France	—	—	850	2.550	
	—	Nouveau-Monde	—	—	850	2.550	
	—	Panama	—	—	850	2.550	
	—	Saint-Laurent	—	—	850	2.550	
1863	Frégate	Océan (1)	MARINE FRANÇAISE	Horizontales, à hélice.	850	2.550	(7) Poids par cheval indiqué, 247 kilogr. Vitesse du piston, 2 ^m 427.
1866	Corvette	Armide	—	—	950	3.800	
	Garde-côtes	Cerbère	—	—	450	1.800	
	Canonniers	Aspic	—	—	50	200	
	—	Frelon	—	—	50	200	
	—	Scorpion	—	—	50	200	
	—	Couleuvre	—	—	50	200	
1867	Paquebot	Lafayette	COMPAGNIE GÉNÉRALE TRANSATLANTIQUE	—	850	3.400	
	Aviso	Bouraine	MARINE FRANÇAISE	—	220	920	
	—	Dayot	—	—	220	920	
	—	Segond	—	—	220	920	
1868	Gabarie	Andelle	MARINE MARCHANDE	—	30	120	
	—	Epte	—	—	30	120	
	Remorqueur	—	VILLE DE BAYONNE	Inclinées, à roues.	150	600	
1871	Aviso	Pétrel (8)	MARINE FRANÇAISE	—	350	1.400	(8) Poids par cheval indiqué, 87 kilogr. Vitesse lin. du piston, 0 ^m 800.
	—	Antilope	—	—	350	1.400	
	Remorqueur	—	MARINE MARCHANDE	Verticales, à hélice.	30	120	
1872	Paquebot.	Washington	COMPAGNIE GÉNÉRALE TRANSATLANTIQUE	—	850	3.400	
	—	Saint-Laurent	—	—	850	3.400	
	—	Lafayette	—	—	850	3.400	
1873	Cuirassé d'escadre	Redoutable (1)	MARINE FRANÇAISE	Horizontales, à hélice.	6.000		(9) 68 tours. Poids par cheval, 174 kilogr. Vitesse du piston, 2 ^m 835.
	Transport	Annamite	—	Verticales, à hélice.	2.640		
	—	Mytho	—	—	2.640		
A reporter					425.990		

PONTON-BIGUE DE 50 TONNES.

Construit au Creusot en 1886.

Port militaire de Brest.

Ensemble du ponton.



ANNÉES	NAVIRES	NOMS	DESTINATION	SYSTÈME DES MACHINES	PUISSANCE		OBSERVATIONS
					NOMINALE	EN CHEVAUX INDICÉS	
1875	Garde-côtes	Fulminant	MARINE FRANÇAISE	Report.	125.990		(10) 77 tours. Poids par cheval, 144 kilogr. Tirage forcé. Vitesse du piston, 2 ^m 567.
1877	Cuirasse d'escadre	Courbet ⁽¹⁰⁾	—	Horizontales, à hélice.	3.500		
	Croiseur à barquette	Lapérouse ⁽¹¹⁾	—	Verticales, à 2 hélices.	8.000		
	—	Nielly ⁽¹²⁾	—	Horizontales, à hélice.	2.700		
1878	—	Primauguet ⁽¹³⁾	—	—	2.700		(11) 88 tours. Poids par ch., 453 kilogr. Tirage forcé. Vitesse du piston, 2 ^m 500.
	Cuirassé de station	Turenne ⁽¹⁴⁾	—	Verticales, à 2 hélices.	2.700		
	—	Bayard ⁽¹⁵⁾	—	—	4.000		
1879	Cuirasse d'escadre	Terrible ⁽¹⁶⁾	—	—	6.060		(12) Tirage forcé.
	—	Indomptable ⁽¹⁷⁾	—	—	6.060		(13) Tirage forcé.
1880	—	Formidable ⁽¹⁸⁾	—	—	8.500		(14) Tirage forcé.
1881	Paquebot	Soudan	BICHON FRÈRES	Verticale, à hélice.	600		(15) Tirage forcé.
	—	Montréal	CHANTIERS DE LA LOIRE	—	1.200		(16) Tirage forcé.
	—	Québec	—	—	1.200		(17) Tirage forcé.
	—	Halifax	—	—	1.200		(18) 80 tours. Poids par ch., 150 kilogr. Vitesse du pist., 2 ^m 667. Tir. forcé.
1882	—	Château-Margaux	BICHON FRÈRES	—	2.500		(19) Tirage forcé.
	—	Château-Yquem	—	—	2.500		(20) Tirage forcé.
1883	Croiseur à batterie	D. Bourdieu ⁽¹⁹⁾	MARINE FRANÇAISE	Horizontale, à hélice.	3.300		(21) Tirage forcé.
	Canonnière	Flamme ⁽²⁰⁾	—	Verticale, à hélice.	1.500		(22) Tirage forcé.
	—	Fusée ⁽²¹⁾	—	—	1.500		(23) 90 tours. Poids par ch., 116 kilogr. Vitesse du piston, 3 mètres. Tirage forcé.
	—	Grenade ⁽²²⁾	—	—	1.500		(24) Tirage forcé.
1884	Cuirassé d'escadre	Magenta ⁽²³⁾	—	Verticale, à 2 hélices.	12.000		
1885	Canots	6 canots ⁽²⁴⁾	—	Verticale, à hélice.	90		
1886	Torpilleurs	11 torpilleurs	CHANTIERS DE LA GIRONDE 1 ^{re} MARINE FRANÇAISE	—	5.775		
	—	6 torpilleurs	—	—	3.150		(25) 140 tours. Tirage forcé. Poids par cheval, 89 kil. Vitesse du piston, 4 ^m 270.
1887	Croiseur de course	Troude ⁽²⁵⁾	—	Horizontales, à 2 hélices.	6.060		
	—	Lalande ⁽²⁶⁾	—	—	6.060		
	—	Cosmao ⁽²⁷⁾	—	—	6.060		
	Citerne à vapeur	Filtre	MARINE FRANÇAISE	Verticale, à hélice.	100		(26) 140 tours. Tirage forcé. Poids par cheval, 89 kil. Vitesse du piston, 4 ^m 270.
	Torpilleurs	17 torpilleurs	GOUVERNEMENT JAPONAIS	Inclinées, à 2 hélices.	8.925		(27) 140 tours. Tirage forcé. Poids par cheval, 89 kil. Vitesse du piston, 4 ^m 270.
	Canonnière	Alger	GOUVERNEMENT CHINOIS	Verticales, à 2 hélices, triple expansion.	2.400		(28) 140 tours. Tirage forcé. Poids par cheval, 89 kil. Vitesse du piston, 4 ^m 270.
1889	Croiseur 1 ^{re} classe	Wattignies	MARINE FRANÇAISE	Horiz ^{le} , à 2 hélices, triple expansion.	8.000		
	Croiseur-torpilleur	3 torpilleurs de 34 m.	—	—	4.000		
	Torpilleur	3	CHANTIERS DE LA GIRONDE 1 ^{re} MARINE FRANÇAISE	—	1.800		
1889	Aviso-torpilleur	Léger	MARINE FRANÇAISE	Verticale, triple expansion, à 2 hélices.	1.800		
	—	Lévrier	—	—	2.200		
				TOTAL.	261.830		

L'énumération des machines construites au Creusot pour le compte de l'Etat fait bien comprendre l'importance qui a été donnée dans cette grande usine à tout ce qui se rapporte à l'exécution des appareils marins.

Dès le début, d'ailleurs, MM. Schneider avaient organisé leurs ateliers en vue de la construction des plus puissants appareils. Ils avaient créé dans ce but un certain nombre d'outils spéciaux, et avaient réuni au Creusot les diverses industries qui concourent à l'exécution des appareils marins : fonderies, forges et chaudronnerie, à côté de leurs ateliers d'ajustage et de montage. Le soin de n'employer qu'un outillage de premier ordre est une des caractéristiques de cette grande usine.

Les difficultés successives qui se sont présentées dans la métallurgie et la construction ont amené à maintes reprises des perfectionnements souvent très remarquables de ces instruments de travail. Pour n'en citer qu'un, rappelons que le premier marteau-pilon a été étudié et construit au Creusot pour le forgeage des grosses pièces que nécessitait la puissance toujours croissante des appareils.

Peu à peu, les anciens ateliers ont disparu, ou à peu près, pour faire place à de belles constructions largement aménagées et libéralement pourvues des moyens d'action les plus perfectionnés, et ce qui existait encore des anciennes installations a subi des remaniements si importants que cela équivaut à de véritables réfections. Enfin rien n'a été épargné par MM. Schneider pour tenir leurs établissements à la hauteur des progrès réalisés. Cette constante préoccupation jointe au souci qu'ils ont religieusement conservé de maintenir dans leur personnel les traditions de soin, d'ordre, d'exactitude en honneur de tout temps au Creusot, le contrôle de chaque instant qu'ils y exercent sur la fa-

brication, sont les facteurs qui ont permis à MM. Schneider de se placer au premier rang parmi les constructeurs d'appareils de marine.

En parcourant la nomenclature des appareils exécutés au Creusot depuis un demi-siècle, on ne peut s'empêcher de songer aux immenses progrès réalisés, à l'étonnante transformation qui s'est accomplie. Les hommes qui ont vu cette période, quand ils revivent leur passé, se demandent ce que l'avenir réserve à leurs enfants, de quels engins

extraordinaires ils se serviront, tant pour se battre sur mer que pour diminuer les distances qui séparent les peuples.

On franchit actuellement l'Océan Atlantique en six jours, et l'ambition des constructeurs n'est pas satisfaite : ils visent à diminuer encore cette courte traversée. Il y a cinquante ans, il fallait plus de temps pour aller de Paris à Marseille. Alger est maintenant à 48 heures de Paris ; on traverse le Pas-de-Calais, de Douvres à Calais, en une heure. Les peuples les plus éloignés sont en communication instantanée par le télégraphe, en relations rapides par les paquebots-poste, qui effectuent les plus longues routes avec la régularité mathématique à laquelle les chemins de fer nous ont habitués. Voilà les bienfaits dus aux perfectionnements apportés

aux machines marines et à elles surtout, car les coques les plus parfaites ne servent à rien quand elles ne portent pas dans leurs flancs des moteurs sûrs et puissants.

Mais si ces machines de navigation transportent avec rapidité d'un bout du monde à l'autre les produits de l'industrie humaine et les matières d'échanges, elles donnent aussi au bâtiment les moyens d'accélérer toutes les manutentions et de pourvoir à sa sécurité.

Elles actionnent des pompes d'un débit considérable, qui permettent souvent d'étancher des voies d'eau et de sauver cargaison et équi-

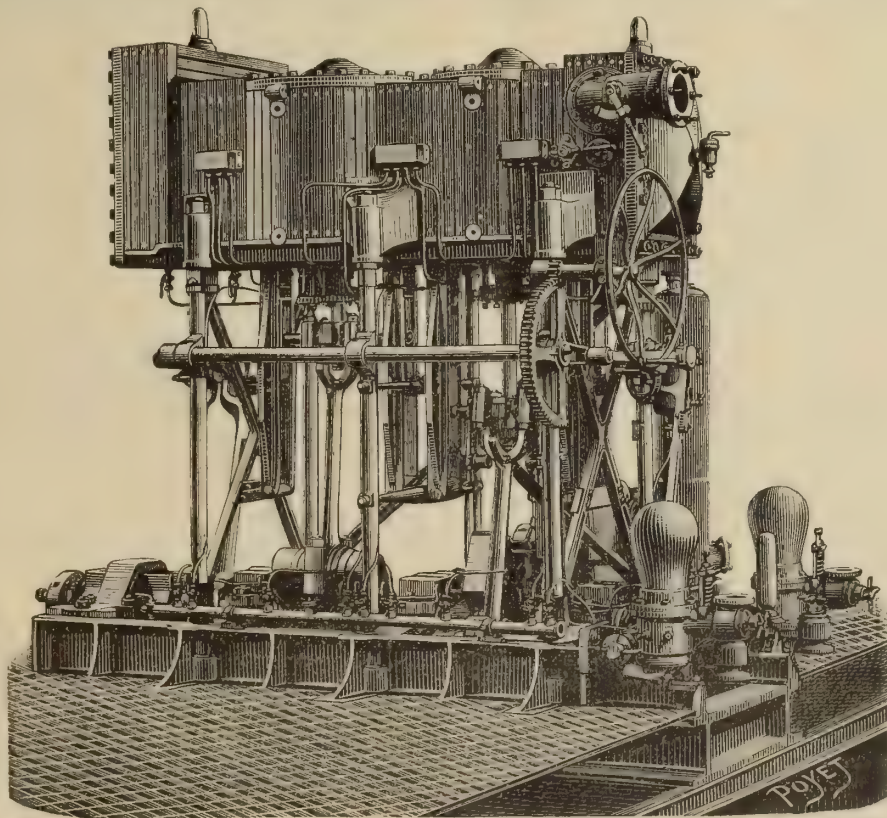


FIG. 3. — USINES DU CREUSOT. — Appareil à hélice pour torpilleurs de 53 tonnes 750 (Marine française).

page, d'autres appareils ventilent le bâtiment, d'autres enfin l'inondent de lumière électrique. Tous les perfectionnements que l'architecte apporte à nos habitations à terre trouvent leur application sur nos navires, de telle sorte qu'aujourd'hui, grâce à la puissance emmagasinée dans leurs cales, on navigue avec plus de sécurité, plus vite et plus confortablement qu'autrefois. Le navire n'est plus seulement une ville flottante, c'est plutôt une usine flottante et une usine d'une rare activité, car dans aucune industrie, on ne concentre dans des espaces aussi restreints des puissances aussi énormes. Et en vérité, ne peut-on se demander s'il est dans l'art si complexe de l'Ingénieur une tâche qui le prépare mieux à résoudre les problèmes les plus compliqués de la mécanique, que celle qui consiste à élaborer les plans de ces immenses appareils de navigation, à en assurer l'exécution et le fonctionnement.

L'esprit est confondu devant ces constatations de tous les jours qui nous montrent des machines de dix, douze mille chevaux et plus marcher sans à-coups, pendant de longues traversées océaniques. Mais si la marine du commerce a su atteindre de si admirables résultats par la netteté de ses vues et la sagesse de ceux qui dirigent ses destinées, il faut que la marine militaire s'inspire enfin des procédés de celle qu'elle est destinée à protéger ; si elle continuait à méconnaître les théories appliquées par les grandes compagnies de navigation, elle manquerait singulièrement à sa tâche et se montrerait ainsi incapable de remplir la seule mission pour laquelle elle existe.

Je finis ici, mais pour bien faire comprendre comment une grande usine comme le Creusot conserve le haut rang qu'elle a su conquérir dans tant de branches de l'industrie métallurgique, il me resterait à signaler une série d'institutions qui ne sont pas étrangères à sa prospérité et à sa puissance ; je veux parler des fondations hospitalières, scolaires et autres faites par MM. Schneider.

C'est un des traits les plus frappants de notre époque que l'industriel ne sépare plus son sort de celui du travailleur, et qu'il se préoccupe sans cesse du bien-être moral et matériel du plus humble de ses collaborateurs. Instruire l'enfance, lui fournir des armes pour le combat de la vie, l'aider à gravir les échelons qui mènent à l'aisance et parfois à la richesse, secourir l'ouvrier dans ses moments de détresse, lui préparer un abri pour ses vieux jours, c'est là une tâche à laquelle doivent se dévouer les maîtres de l'industrie française. Ce n'est pas le lieu maintenant d'en parler, mais peut-être un jour dirai-je les saines impressions que j'ai eues au Creusot, quand j'ai vu de mes yeux tous les bienfaits d'une direction intelligente, qui ne croit pas avoir rempli tout son devoir quand elle a vaincu sur le terrain industriel, et qui n'oublie jamais qu'elle a charge d'âmes.

E. WEYL.

L'EXPOSITION DES RÉPUBLIQUES DE L'AMÉRIQUE CENTRALE

(Suite et fin¹.)

IV. — LA RÉPUBLIQUE DU NICARAGUA

Situé entre le 11° et le 15° degré de latitude Nord, entre les 83° 20' et 87° 40' de longitude Ouest, le Nicaragua occupe une superficie de 133 600 kilomètres carrés, c'est-à-dire équivalent au quart environ de celle de la France. Il est borné au nord par la République de Honduras, au sud par la République de Costa-Rica, à l'ouest par l'océan Pacifique, à l'est par l'océan Atlantique.

Sur la côte de l'Atlantique, il n'y a pas de ports naturels qui puissent servir aux grands navires ; mais il y a une foule de lagunes, de baies et d'estuaires qui offrent un excellent abri pour les bateaux voiliers ou les vapeurs qui font le petit cabotage. Le golfe de Fonseca et la baie de Salinas, au nord-ouest et au sud-ouest du Nicaragua, sont deux des ports les plus grands et les plus commodes, sur la côte du Pacifique, de l'Amérique centrale.

Le partie centrale du Nicaragua, du nord au sud, est occupée par la Cordillère centrale de l'isthme, qui, sur ce point, consiste simplement en une mince coupure de pics et de crêtes d'une hauteur moyenne d'environ 300 mètres. C'est là que se trouve, dans la vallée de San-Juan et dans la langue de terre entre le lac Nicaragua et le Pacifique, le défilé le moins élevé à travers la Cordillère, ce qui explique le projet du canal maritime de Nicaragua entre les deux océans, dont nous dirons plus loin quelques mots. Entre cette région montagneuse et la côte atlantique s'étend une plaine basse, unie, couverte entièrement de forêts épaisses et sillonnée par plusieurs cours d'eau.

En moyenne, le climat du Nicaragua est généralement chaud, mais salubre ; dans les parties montagneuses, il est excellent.

La population du Nicaragua atteint à peine 400 000 habitants. Les principales villes sont : *Léon* (30 000 habitants), ancienne capitale et siège d'une université ; *Managua*, siège du gouvernement et ville commerçante dont la population est de 10 000 habitants ; *Masaja* (14 000 habitants), ancienne ville indienne ; *Granada* (12 000 habitants) ; *Rivas* (8 000 habitants).

Les produits du Nicaragua sont nombreux, bien que les ressources du pays ne soient encore presque pas développées. Les coteaux du

nord-ouest produisent le café en grande quantité ; dans les forêts épaisses qui couvrent la partie orientale, on rencontre en abondance le caoutchouc, le cèdre, l'acajou, les bois de teinture, d'autres essences d'une grande valeur commerciale, ainsi que des plantes médicinales.

On y trouve en grande quantité le plantain, les bananes, les oranges, les limons et tous les fruits des tropiques. Entre les lacs et le Pacifique, on voit de grandes plantations de sucre, d'indigo, de cacao.

La pomme de terre et le maïs réussissent très bien dans les terrains élevés de Segovia.

La région du Choutalès, à l'est du lac Nicaragua, est un pays de pâturage qui nourrit des milliers de têtes de bétail, et au delà se trouvent les districts de mines d'or et d'argent de la Libertad, de Juigalpa et plusieurs autres.

Dans la région occidentale (versant du Pacifique), qui est la plus peuplée, les communications sont assurées par un chemin de fer qui dessert les principales villes, et par une ligne régulière de bateaux à vapeur qui fonctionne sur les lacs Nicaragua et Managua. D'autre part, les vapeurs de la malle royale anglaise font régulièrement escale au port de Greytown sur l'Atlantique. Enfin, les ports du Pacifique sont desservis par les vapeurs de la Compagnie américaine qui font le trajet entre Panama et la Californie.

Les lignes télégraphiques s'étendent sur plus de 1 600 kilomètres et transmettent plus de 800 télégrammes par jour. Les communications avec l'extérieur se font par un câble sous-marin qui atterrit à San-Juan-del-Sud.

Le commerce se fait surtout avec l'Angleterre, l'Allemagne et les États-Unis. Les produits français sont très estimés, surtout les articles de luxe ; malheureusement les frais de transport et de douane, qui sont fort élevés, empêchent ces articles de pénétrer dans la population indigène, qui s'alimente surtout d'articles à bas prix et de qualité inférieure.

Au point de vue politique, le Nicaragua s'est constitué, en 1839, en République autonome et indépendante, après la dissolution de la confédération du Centre-Amérique. Sa constitution donne le pouvoir législatif à un Congrès de deux Chambres : le Sénat, élu pour six ans et la Chambre des députés élue pour quatre ans. Le pouvoir exécutif est confié, pour quatre ans, à un Président qui exerce ses fonctions par quatre ministres individuellement et collectivement responsables devant le Congrès.

Participation à l'Exposition universelle. — Le Nicaragua avait exposé (1) ses produits dans un pavillon en bois situé non loin de la Tour Eiffel, et construit sur les plans de M. Sauvestre, architecte.

On y remarquait un grand plan en relief du futur canal interocéanique de Nicaragua. Ce canal maritime doit être construit à travers le territoire de la République de Nicaragua, et en partie le long de la frontière de Costa-Rica. Il franchit le défilé le moins élevé de la Cordillère, et on trouve dans cette partie le grand lac de Nicaragua, véritable petite mer intérieure d'eau douce, qui s'écoule du côté de l'Atlantique, dans la mer des Antilles, par le fleuve San Juan. La rive occidentale du lac se trouve seulement à une vingtaine de kilomètres de la côte du Pacifique, dont elle est séparée par une arête de rochers de 13 mètres de hauteur. Le lac est à 33^m 53 au-dessus du niveau de la mer, et sa profondeur, qui varie beaucoup, atteint 45 mètres en certains endroits. Le fleuve San Juan est déjà navigable sur presque tout son parcours pour les petits bateaux.

En résumé, d'après le projet exposé, ce canal maritime à écluses aurait une longueur totale, de l'Atlantique au Pacifique, de 274 kilomètres environ, savoir :

Canal en tranchées côté Est.	25 ^k 744	
Canal en tranchées côté Ouest.	18 101	
Six écluses.	1 207	
TOTAL du canal en tranchées.	45 ^k 052	45 ^k 052
Bassin du Descado.	6 ^k 838	
Bassin du San Francisco.	18 101	
Bassin du Tola.	8 849	
TOTAL de la navigation en bassins.	33 ^k 788	33 ^k 788
Navigation libre dans le San Juan.	103 ^k 780	
Navigation libre dans le lac Nicaragua.	90 908	
TOTAL de la navigation libre.	194 ^k 688	194 ^k 688
TOTAL.	273 ^k 528	273 ^k 528

La profondeur du canal serait de 9 mètres. A part les tranchées en roche aux points culminants, la section du canal en tranchées serait partout de dimensions suffisantes pour permettre à deux navires de se croiser. Les écluses auraient 198 mètres de longueur et 21^m 30 de largeur au plafond.

Parmi les produits exposés, nous citerons : une collection de céra-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 2, p. 52, et n° 3, p. 79.

(1) Le Comité nommé par le Gouvernement du Nicaragua pour l'organisation de cette exposition se composait de M. J. F. MEDINA, Ministre de la République de Nicaragua, président ; G. MENIER, vice-président ; A. PETITIDIER, E. MEJIA, FRANCIS, A. STOUT, commissaires ; A. SALAVERRY, commissaire spécial.

miques préhistoriques ; un secrétaire-bureau en divers bois rares, avec incrustation de monnaies, exposé par le Président de la République de Nicaragua, Evaristo Carazo ; des vases en terre cuite ; des étoffes de soie ; des bijoux en or ; de nombreux échantillons des minerais d'or qu'on trouve dans presque tous les districts du Nicaragua, et quelques minerais d'argent et de plomb ; une très riche collection de bois de construction, d'ébénisterie, de teinture, de bois industriels, artistiques, et, en outre, un tronçon de plus de 25 mètres de longueur d'une liane gigantesque provenant des défrichements du Valle-Menier, et dont l'âge présumé serait de quinze cents ans ; du caoutchouc brut, de la cire végétale ; des plantes textiles, fibreuses, tinctoriales, médicinales, aromatiques, industrielles ; des écheveaux de pita, cabulla et agave, des écheveaux décortiqués de burillo, des matières tinctoriales brutes et principes colorants ; de l'amadou indigène ; de nombreux échantillons d'indigo, de cafés, de cacao, de riz, d'amidon, de manioc, de rhum, etc.

Constatons, en terminant, que le Nicaragua est l'un des pays les plus intéressants, et le plus étendu, comme superficie, de l'Amérique centrale, et qu'il s'est beaucoup développé dans ces dernières années, au triple point de vue économique, social et administratif.

V. — RÉPUBLIQUE DE COSTA-RICA

Costa-Rica est la République la plus méridionale de l'Amérique Centrale et celle dont la partie habitée a le moins d'étendue. Sa population est très faible et ne s'élève guère qu'à 200 000 habitants, sur lesquels on compte 5 à 6 000 Indiens civilisés et 10 000 Indiens insoumis.

Elle est comprise entre 8° et 11° 46' de latitude nord, et entre 84° 48' et 88° 5' de longitude ouest (méridien de Paris).

Le Costa-Rica est borné au nord par la République de Nicaragua, à l'est par l'océan Atlantique, au sud par l'État de Panama (qui fait partie des États-Unis de Colombie), à l'ouest par l'océan Pacifique. Dans son ensemble, il présente la forme d'un long parallélogramme incliné du N.-O. au S.-E. ; sa longueur moyenne est de 350 kilomètres et sa largeur d'environ 170 kilomètres. Sa superficie est de 68 200 kilomètres carrés.

La Cordillère centrale, désignée sous le nom général de Cordillère de Talamanca, traverse en droite ligne du S.-E. au N.-O. toute la partie méridionale du Costa-Rica ; elle est couverte d'impénétrables forêts et s'élève à la hauteur moyenne de 2 000 mètres. Il y a aussi plusieurs volcans en activité.

Un plateau de 1 250 à 1 600 mètres de hauteur moyenne, qui se trouve entre le Cordillère et les chaînes des volcans actifs, constitue la partie habitée de la République, qu'on évalue à $\frac{1}{20}$ seulement du territoire total. « Les quatre villes principales du Costa-Rica et ses quarante lieues carrées de cultures tiennent dans un espace assez étroit pour être embrassé d'un coup d'œil. »

La culture principale du Costa-Rica est le café. Cette culture, introduite seulement en 1832, donnait déjà une production de 12 400 tonnes en 1876.

Les autres objets d'exportation sont : le sucre, les cuirs bruts, la salsepareille, les bois de construction et d'ébénisterie, le maïs, le cacao, l'écaïlle de tortue, les minerais d'or et d'argent, la vanille, etc. Les articles d'importation consistent principalement en étoffes de coton, lainages, quincaillerie provenant de l'Angleterre et des États-Unis ; et en vins, eaux-de-vie, papiers, conserves alimentaires, étoffes de soie et articles de Paris, provenant de la France.

Une grande partie du commerce se fait encore par le port de *Puntaneras*, sur le Pacifique, même celui qui est à destination de l'Europe ; cependant le port de *Limon*, sur l'Atlantique, augmente chaque année en importance.

Les principales villes sont : la capitale *San José*, *Cartago*, *Alajuela*, *Heredia* ; elles sont reliées les unes aux autres par des routes carrossables.

Un chemin de fer projeté entre Limon sur l'Atlantique et Puntaneras sur le Pacifique, et qui devait traverser l'isthme en entier sur une longueur de 198 kilomètres, en passant par Matina, Cartago, Alajuela, Heredia et San José, a été commencé il y a une quinzaine d'années, et quelques tronçons seulement sont livrés à l'exploitation.

Au point de vue politique, la République de Costa-Rica a une constitution analogue à celle des autres États du Centre Américain. Le pouvoir exécutif est représenté par le Président de la République élu pour quatre ans et non rééligible ; le pouvoir législatif par une Chambre unique de députés ; le pouvoir judiciaire est exercé par une cour suprême siégeant à San José.

Participation à l'Exposition universelle. — C'est seulement dans les premiers jours de septembre que le pavillon de Costa-Rica, situé sur la terrasse du Palais des Arts libéraux, entre les pavillons du Salvador et du Nicaragua, a été ouvert au public.

Les produits exposés étaient peu nombreux et consistaient principalement en échantillons de bois, café, cacao, riz, sucre de canne, huiles, plantes méridionales, étoffes de soie, etc.

R. GENTILINI,
Ingénieur.

L'EXPOSITION DES CHEMINS DE FER

Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62.

(Suite¹.)

IV. — ATELIERS ET ACCESSOIRES

1° Ateliers. — *Compagnie de l'Est.* — Au nombre des plans que cette Compagnie a fait figurer à l'Exposition, se trouvaient en bande murale, les dessins des ateliers de Romilly-sur-Seine, spécialement chargés des travaux suivants : réparation et peinture des voitures de 3^e classe des fourgons et des wagons, réfection des caisses des wagons ; entretien des roues montées (remplacement et tournage des bandages, remplacement des essieux), confection des roues montées ; construction des châssis en fer des voitures et fourgons à bagages ; construction complète des voitures de 3^e classe, des fourgons et des wagons à marchandise ; débit et préparation des bois nécessaires à tous les ateliers et entretiens du réseau ; emmagasinage des bois en quantité correspondante à la consommation de deux années.

Ces nouveaux ateliers, terminés de 1884 à 1887, occupent contre la gare de Romilly, au raccordement de la ligne de Paris à Belfort avec celles d'Oiry et d'Esternay, une superficie de 16 hectares environ ; ces bâtiments actuellement construits couvrent une surface de près de 3 hectares, qui sera portée ultérieurement, avec les extensions, à un peu moins de 5 hectares. Les voies établies à ce jour peuvent recevoir 776 véhicules, dont 217 à couvert ; 350 ouvriers sont actuellement occupés dans ces ateliers, et cet effectif pourrait être porté au double, moyennant une faible augmentation de l'outillage ; ils débitent annuellement un cube moyen de 3 645 mètres cubes de bois de chêne, de pitch-pin et de sapin.

Les voies qui desservent ces ateliers forment un faisceau parallèle aux voies principales, raccordé par rebroussement avec les voies de la gare, et divisé en trois groupes : l'axe général des ateliers leur est parallèle ; le groupement des bâtiments a été étudié de manière à séparer complètement les machines et les appareils destinés, d'une part au travail du fer, et d'autre part au travail du bois, l'atelier de montage étant placé au centre des deux groupes, de manière que les pièces de bois ou les pièces métalliques qui constituent les véhicules affluent de part et d'autre vers lui.

Le nombre des voies, des chariots à niveau, des plaques et leur disposition, ont été combinés, par rapport aux divers bâtiments, de manière que le trajet d'un wagon, d'un atelier à l'autre, ou sa circulation entre la gare et l'un des ateliers ou le magasin, puissent se faire facilement et surtout aussi économiquement que possible ; ces manœuvres entrent pour une part importante dans le prix de revient des réparations aux ateliers, et l'expérience démontre que cette part est réduite au minimum à Romilly. Pour diminuer les chances d'incendie, très nombreuses dans des ateliers où on travaille le bois et où il est fait usage de peintures et de vernis, les bâtiments ont été construits en matériaux incombustibles : toutes les charpentes sont en fer avec des supports métalliques, la couverture est en tuiles et en verre. L'orientation des ateliers étant de l'est à l'ouest, on a adopté un type de combles à versants inégaux dont le plus court, à pente rapide vers le nord, est vitré sur toute sa surface.

L'atelier de montage a une surface de 15 652 mètres carrés ; sa largeur de 108 mètres est divisée en 9 travées de 12 mètres, sur une longueur de 144 mètres. Il est desservi par 15 voies, reliées par deux chariots intérieurs, à vapeur et à bras, et par deux chariots extérieurs à bras ; quatre d'entre elles sont reliées, par aiguilles, avec les voies de la gare. On peut y construire ou y réparer, à couvert, 196 à 238 véhicules ; plusieurs voies sont munies de fosses, d'une profondeur de 0^m 72, destinées à faciliter le montage et la visite des freins ; un réservoir accumulant l'air comprimé par une pompe placée dans le bâtiment des moteurs, alimente une canalisation installée dans la fosse et fournit les moyens d'essayer les organes des freins à air comprimé. Cet atelier reçoit sa force motrice par l'intermédiaire d'un câble téléodynamique et de renvois d'équerres.

L'atelier d'ajustage des tours et des roues a une surface de 2 631 mètres carrés ; sa largeur est de 36 mètres, divisée en trois travées de 12 mètres ; le mouvement y est communiqué par des transmissions souterraines, partant du bâtiment des moteurs. Les tours à roues sont placés dans la travée centrale, entre deux voies accessibles par leurs extrémités, qui les mettent en relation facile avec le parc à roues, établi à l'extérieur de l'atelier. Les contremaitres sont installés dans des bureaux élevés de 0^m 80 au-dessus du niveau du sol, afin de faciliter leur surveillance par-dessus les machines-outils ; des transbordeurs d'une puissance de 2 500 kilogr. et d'une portée de 5^m 25 peuvent se déplacer au-dessus de l'espace occupé par la presse à caler, par les fours à désembatre ou à chauffer les bandages, par les cuves à refroidir, etc. ; ils servent à la manutention des pièces d'un certain poids, et sont complétés par des basculeurs, permettant de soulever les roues montées. Les tours à essieux sont desservis par des palans différentiels, suspendus à de petits chariots qui roulent sur l'aile inférieure de fers à I, fixés aux tirants des fermes.

L'atelier des machines-outils hydrauliques et du montage des châssis en fer a des dimensions identiques à celles de l'atelier d'ajustage ; un accumulateur emmagasine l'eau sous pression nécessaire à la confection des châssis des véhicules ; à cet effet, des pompes mues par courroies refoulent l'eau, qu'une canalisation distribue ensuite à des machines à cisailier, à poinçonner, à dresser ou à plier, à river. Les machines à fraiser et à percer sont, au contraire, mues par la trans-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 20, p. 459 ; 21, p. 495 ; n° 22, p. 534 ; n° 24, p. 579, n° 25, p. 613 ; n° 26, p. 637 ; tome XVI, n° 1, p. 23 ; n° 2, p. 55, et n° 3, p. 84.

mission principale des moteurs à vapeur. Des riveuses hydrauliques portatives, suspendues à des grues roulantes, permettent d'atteindre tous les points des châssis à assembler, placés sur une voie contiguë : trois transbordeurs de la force de 3 000 kilogr., à commande mécanique, servent à lever les pièces lourdes et à mettre les châssis sur les roues.

L'atelier de la scierie et des machines à travailler le bois a également les mêmes dimensions que les deux précédents ; mais les supports y sont très espacés, afin de ne pas gêner le coltinage des longues pièces de bois. Ils servent de points d'attache aux chemins de roulement des cinq transbordeurs de 3 000 kilogr., qui desservent l'atelier dans toute sa largeur ; grâce à cette disposition, avec des lorrys et des chaînes de levage, on peut transporter mécaniquement une pile de pièces de bois, d'un point de la scierie à l'autre. Toutes les transmissions sont placées dans un sous-sol voûté, à l'abri des chances d'incendie et d'une construction solide qui échappe aux vibrations qu'on eût éprouvées avec un plancher en fer ; ce sous-sol est éclairé par des dalles en verre strié, enchâssées dans des cadres en fonte. Les machines-outils sont toutes disposées de manière que les pièces de bois restent toujours, pendant le travail, parallèles aux voies, et qu'on puisse les façonner complètement, sans les retourner bout pour bout, de manière à éviter l'encombrement et les accidents. Un espace clos a été spécialement affecté à l'affûtage des scies, en raison de l'eau, du feu et des meules à l'émeri que nécessite cette opération.

Les générateurs et moteurs ont été divisés en deux groupes, occupant des bâtiments isolés ; les deux générateurs de chaque groupe sont semi-tubulaires, à deux bouilleurs, avec tubes démontables du système Berendorf ; chacun d'eux a une surface de chauffe de 120 mètres carrés ; un troisième générateur sert de rechange pour éviter l'interruption du service. Dans une chambre voisine sont installées deux machines Corliss, de 80 chevaux sur l'arbre du volant, à condensation, accouplées à angle droit, marchant à 50 tours par minute ; en portant l'admission de 8 à 30 %, on peut leur faire produire une force double, de manière qu'on puisse conduire tout l'atelier avec une seule des machines couplées, si l'autre venait à être arrêtée par une cause quelconque.

Pour chacun des deux groupes de moteurs, un arbre transmet la puissance totale de 160 chevaux, à la vitesse de 150 tours par minute, pour les machines à travailler le bois, et de 120 tours pour les machines à travailler le fer.

Pour faciliter le montage et le démontage des moteurs et des chaudières, un transbordeur à bras, de la force de 5 000 kilogr., se meut dans toute la longueur de chacun des bâtiments.

Le magasin général et le magasin aux bois ne présentent aucune disposition qui mérite d'être signalée ; quant aux étuves pour le séchage des bois par voie de fumage, elles se composent de deux chambres placées bout à bout et séparées par une cloison, dans laquelle est une porte pour les pièces de grande longueur. Le bois est empilé sur une sorte de grillage formé de deux cours de rails reposant sur des murettes en maçonnerie, de manière à laisser librement circuler la fumée produite, en contrebas, dans 18 foyers voûtés, se chargeant de l'extérieur chacun par une porte en tôle. Ces foyers sont disposés pour brûler des copeaux et des déchets de bois ; à la partie supérieure de leur voûte, la fumée s'échappe dans l'étuve par 7 bouches formées d'un tuyau en fonte surmonté d'un pare-étincelles en tôle. On pénètre dans ces étuves par des baies de 2 mètres sur 2^m 25, fermées par de doubles portes en tôle. A la partie supérieure de chaque étuve, court un double tuyau en fonte, percé de trous : ces tuyaux sont branchés sur la canalisation d'eau de l'atelier et permettraient d'éteindre rapidement un incendie, dans le cas où il viendrait à s'en déclarer un au cours de l'opération de dessiccation. Quand les bois sont empilés et que les étuves sont hermétiquement closes, on allume les feux avec des copeaux et de la sciure mouillée, et on conduit la marche des foyers de manière que, pendant les huit premiers jours, la température s'élève à 30°, pendant les huit jours suivants, à 45°, enfin, pendant la troisième période de quatre jours, à 65°. Puis on cesse d'alimenter les foyers, on ouvre les cheminées d'appel, on entrebâille les portes, on laisse refroidir et on défourne. Pour le chêne, l'opération doit durer 30 jours ; on arrive ainsi à faire perdre au bois 25 % de son poids sans le gercer.

Le cadre de cet aperçu sommaire ne nous permet pas de donner plus de détails sur les machines-outils en service dans les ateliers de Romilly, notamment sur celles qui sont mues par la force hydraulique ; nous renvoyons donc le lecteur à la volumineuse et très intéressante notice préparée par le service du matériel et de la traction, sous la direction de M. Salomon, Ingénieur en chef.

Compagnie du Nord. — Le plan des ateliers d'Hellemmes, près Lille, figurait au premier étage de la galerie des Machines. Nous nous contenterons d'en citer les dispositions les plus saillantes.

Ces ateliers occupent, le long de la ligne de Lille à Tournai, un rectangle de 18 hectares de superficie, ayant 1 100 mètres de longueur sur 170 mètres de largeur, desservi par un faisceau de voies que commande une voie spéciale de circulation. Les bâtiments construits sur ce terrain se divisent en trois groupes : à l'ouest, les ateliers de réparation des machines et des tenders ; à l'est, les bâtiments consacrés aux wagons ; au centre, les magasins de matières premières et de pièces de rechange ; un réfectoire pour 900 ouvriers, un magasin de denrées pour la vente aux agents, quelques maisons d'habitation, etc., complètent cette installation, qui est d'ailleurs susceptible de recevoir encore de nouveaux développements.

Actuellement, la surface couverte est de 36 200 mètres carrés et peut occuper :

Aux ateliers des machines.	700 à	800 ouvriers
— voitures.	500 à	600 —
Aux bureaux et magasins, ...	150 à	180 employés
Soit au total.	1.350 à	1.580 agents

L'orientation de l'est à l'ouest a permis d'éclairer les bâtiments par le nord, avec des combles à versants inégaux ; les parois sont blanchies pour diffuser la lumière. Tous les ateliers sont reliés entre eux et avec le magasin par des voies munies de plaques tournantes ; les petites plaques de 2 mètres, montées sur des billes, du système Weickham, et les simples tourniquets, qui sont d'une manœuvre très facile, rendent les plus grands services pour la circulation des wagons chargés de pièces lourdes.

Les ateliers de réparation des machines forment un groupe composé de six bâtiments : montage et chaudronnerie, forge, atelier des roues, fonderie de cuivre, peinture, bureaux.

Le montage forme un rectangle de 98 mètres sur 62 mètres, avec une fosse centrale desservie par un chariot roulant à vapeur, muni d'un treuil, qui peut donner accès à 28 fosses de deux machines, à une duodécuple-basculé, à des établis d'ajusteurs, etc. A chaque extrémité de l'atelier se trouve une aile perpendiculaire : l'aile nord renferme les machines-outils commandées par une machine Corliss de 150 chevaux ; l'aile sud, la grosse chaudronnerie, dont les 8 voies sont desservies par un chariot extérieur ; cette disposition est justifiée par cette circonstance que beaucoup de chaudières sont réparées sur fosse et que les pièces de machines brutes de forge ou de fonte s'échangent fréquemment entre les ateliers d'ajustage et de montage.

La forge occupe, au contraire, un bâtiment séparé, placé devant l'aile des machines-outils, avec lesquelles ce service a le plus de relations ; c'est un bâtiment de 45 mètres sur 25 mètres, contenant une machine à vapeur de 30 chevaux, un marteau à vapeur de 2 500 kilogr. pour les grosses pièces, et pour le corroyage des riblons ou des bandages usés, qu'on réchauffe dans deux fosses à vent forcé, dont la flamme perdue sert à réchauffer deux chaudières Field. Vingt-deux feux de forge, dix marteaux à vapeur, une grue en arc de 8 000 kilogr., un scie à chaud, etc., complètent l'outillage de cet atelier. Le ventilateur est au-dessous du sol et silencieux : il lance le vent dans une conduite métallique verticale, de 0^m 80 de diamètre, qui se bifurque au-dessous des fermes, pour arriver, par des ramifications, à la portée de tous les feux.

L'atelier des roues et des bandages, qui mesure aussi 45 mètres sur 25 mètres, renferme sept tours communiquant chacun avec le parc à roues au moyen d'une porte roulante, de manière que les essieux montés n'ont pas à pénétrer dans l'escalier. L'atelier contient, en outre, trois gros tours doubles et quatre tours simples pour aléser les bandages, douze tours pour les essieux bruts, des machines à faire les rainures de clavettes, à percer les bandages, etc., des presses hydrauliques pour caler les roues sur les essieux. Le quart de l'atelier est affecté à l'embattage et au désembattage des bandages, au moyen de deux fours desservis par des grues, et où le réchauffage s'effectue par un mélange de gaz et d'air ; le bandage est posé sur un cercle de caoutchouc qui empêche l'écoulement de l'eau renouvelée pour refroidir l'intérieur de la roue tandis qu'on réchauffe la circonférence. Pour monter les essieux, on a recours à un système de basculeur qui saisit l'essieu monté, l'enlève de la voie, le place verticalement, le descend sur le bandage, enfin le manœuvre en tous sens avec la plus grande facilité.

La fonderie de cuivre, l'atelier de peinture, et les bureaux de l'Ingénieur, des études et de la comptabilité, n'offrent aucune disposition particulière qui mérite d'être signalée.

Les ateliers de réparation des voitures et des wagons se composent d'un ensemble de voies extérieures pour le triage des wagons à réparer, et d'un groupe de bâtiments comprenant l'atelier principal, une étuve, un magasin à bois, le bâtiment de la sellerie, de l'ébénisterie et de la ferblanterie, l'atelier de broyage des couleurs, le parc aux roues, la vérification des essieux, l'atelier de rodage des coussinets et de polissage des fusées, le chantier de démolition, le magasin des ferrures lourdes, le hangar de triage des vieilles ferrures, enfin l'atelier de réparation des bâches.

Sur cinq des voies extérieures est un hangar de 195 mètres de longueur, affecté aux réparations qui demandent moins de 12 heures de travail et qui constituent l'entretien courant du matériel ; les véhicules dont la réparation exige un plus long travail, sont introduits dans l'atelier principal, et les wagons irréparables sont dirigés sur les voies d'accès au chantier de démolition.

L'atelier principal, d'une surface de 79 ares 27 centiares, d'une longueur de 105 mètres sur 75 mètres de largeur, comprend au centre les bureaux, l'outillage, le magasin et une machine Corliss de 75 chevaux, alimentée par trois chaudières qu'on chauffe au moyen des copeaux et des déchets. Sur la droite, se trouvent la forge, l'ajustage, les tours, les établis de menuisiers, la scie circulaire, la varlope mécanique ; sur la gauche, 15 voies de réparation, avec des fosses à régler les freins et le parallélisme des essieux, des grues, une pompe mobile pour vérifier l'étanchéité des appareils moteurs des freins à vide, un réservoir d'air comprimé pour les freins à air comprimé. A l'extrémité ouest est installé l'atelier de peinture, qui peut renfermer 45 véhicules et est chauffé au moyen de deux calorifères à circulation d'air chaud, placés sous le sol. Enfin un espace de 38 mètres sur 19 mètres est affecté aux machines à bois destinées à confectionner presque la totalité des pièces employées dans les réparations ; dans le sous-sol de cet atelier, est placé l'arbre de transmission qui fait mouvoir les neuf machines, scies, machines à raboter, à mortaiser, à faire les tenons, toupie pour la confection des moulures et des feuillures. Un aspirateur enlève la poussière de sciure et les copeaux et les refoule dans une

chambre souterraine, d'où on les extrait pour alimenter les foyers. Dans le cas d'une avarie à la machine motrice, on pourrait y suppléer rapidement en faisant venir une locomotive sur une estacade extérieure à l'atelier, à laquelle vient aboutir l'extrémité de la transmission principale.

Les ateliers des apprentis ajusteurs et des apprentis menuisiers ne présentent aucune particularité.

L'étuve pour le fumage des bois a 8 mètres de longueur, 3 mètres de largeur et 3^m30 de hauteur : elle fournit 80 étuvées par an, et le prix de revient du fumage ressort à un peu moins de 3 francs par stère; à côté d'elle est installé le fourneau de flambage.

Le bâtiment qui comprend la sellerie, l'ébénisterie et la ferblanterie, est à deux étages et occupe une surface de 40 mètres de longueur sur 19 mètres de largeur; il renferme, en outre, les magasins à crins et à garnitures, le dégraissage des boîtes et des ressorts, la remise de la pompe à incendie et le bureau des comptables. Dans l'atelier de sellerie, le battage des garnitures en drap et des coussins ou des tapis, se fait mécaniquement à l'aide d'une machine spéciale.

L'atelier pour la réparation des bâches occupe une surface de 770 mètres carrés : il comprend deux séchoirs de 107 mètres carrés chacun. Le plancher sur lequel travaillent les ouvriers voiliers, a une surface de 528 mètres carrés, à 0^m90 au-dessus du niveau des rails, afin de faciliter le chargement des bâches sur des wagons plats. L'atelier de couture et le sous-sol à deux étages sont chauffés par deux calorifères à circulation d'air chaud. Cet atelier livre, en moyenne, 1 200 bâches par mois, à raison de 4 à 5 bâches par jour et par homme.

Compagnie de l'Ouest. — Les installations récentes d'ateliers ou de magasins, dont cette Compagnie avait exposé les dessins, sont l'atelier de peinture et le magasin central, tous deux situés aux Batignolles.

L'atelier de peinture de Batignolles-Levallois, construit en 1888, occupe une surface de 3 500 mètres carrés et peut contenir 70 voitures; les fermes sont disposées avec des versants inégaux, orientés de manière que l'atelier reçoive tout son éclairage du côté du nord. Une cloison perpendiculaire aux fermes le divise en deux parties, dont la plus grande est occupée par la peinture proprement dite et l'autre par le vernissage, de manière qu'on puisse les chauffer, en hiver, à des températures différentes, 10° pour la peinture et 18° pour le vernissage, au moyen d'un système mixte de chauffage à eau chaude et à vapeur combinées. La vapeur, fournie par un générateur Belleville, est envoyée, par une canalisation en fer, dans des poêles à eau, composés de colonnes verticales à ailettes en fonte, réunies par des culottes de fonte d'où partent les tuyaux de retour ramenant l'eau de condensation à la pompe d'alimentation. On utilise ainsi, sans installations spéciales, le générateur de l'atelier, pour réaliser la température uniforme nécessaire à l'opération délicate du vernissage; la nature peu résistante des remblais, sur lesquels est établi cet atelier, n'aurait d'ailleurs pas permis d'installer au sous-sol des calorifères spéciaux. Un régulateur de température corrige automatiquement les écarts accidentels, qui ont pour effet de modifier sur place l'ouverture d'un robinet agissant à distance sur le débit d'un bec de gaz chauffant une tige qui commande la valve d'admission de la vapeur. Le broyage et la préparation des couleurs, la vitrerie, le vernissage des châssis de baies, le dépôt des matières premières, sont séparés de l'atelier par une cloison à claire-voie. Afin d'éviter toutes les chances d'incendie, les huiles et les essences sont emmagasinées à part dans des réservoirs, d'où on les extrait, au fur et à mesure des besoins, à l'aide de pompes à liquides.

Le magasin central des Batignolles est un bâtiment sur caves, à deux étages, destiné à contenir toutes les pièces nécessaires au service du matériel et de la traction, pour les ateliers de réparation. Au rez-de-chaussée, où sont déposées les pièces lourdes, l'espace est divisé en travées transversales, groupées de part et d'autre d'une voie longitudinale servant d'accès pour les wagons; à l'entrée, de chaque côté de cette voie, se trouvent la salle de réception et la salle d'expédition, munies chacune d'un monte-charge qui communique avec le sous-sol et avec les étages. Les wagons n'ont d'accès que du côté sud, faisant face à la gare Saint-Lazare; de l'autre côté se trouve une porte en tôle, et le pignon n'est percé que d'une seule ouverture, afin de diminuer les chances de propagation, dans le magasin, d'un incendie qui viendrait à se déclarer dans les ateliers situés à proximité. À l'une des extrémités, un espace a été réservé pour les essais et les expériences techniques à effectuer, en vue de la réception des objets divers qu'il s'agit d'emmagasiner dans ce bâtiment : une transmission venant de l'atelier voisin donne la force nécessaire pour faire mouvoir les machines d'essais. Au premier étage sont les pièces ouvrées pour le matériel roulant; le plancher a été calculé de manière qu'il puisse recevoir une charge de 1 000 kilogr. par mètre carré. De petites voies de 0^m50 sont posées de chaque côté de l'avenue centrale, en relation avec le monte-charge. Au second étage, sont les pièces diverses de quincaillerie, les tapis, le garnissage, la broserie, et la charge des planchers peut y atteindre 500 kilogr. : les bureaux placés à cet étage ont une entrée spéciale, ainsi qu'un escalier complètement isolé du reste du bâtiment. Dans les caves sont déposées les matières qui craignent la sécheresse, ainsi que celles qui sont particulièrement combustibles, telles que les cuirs, les cordages, les caoutchoucs, les vernis, les essences, etc. Un vitrage central, régnant sur presque toute la longueur du magasin, permet à la lumière du jour d'arriver dans le milieu de l'édifice : la nuit, l'éclairage est assuré par l'électricité.

D'intéressants détails ont été donnés par la Compagnie de l'Ouest sur l'extension rapide qu'a dû prendre le service du matériel dans la période de 1878 à 1889, surtout à cause de l'augmentation du réseau, dont la longueur a été portée, par la convention du 17 juillet 1883, de 2 652 kilomètres à 4 490 kilomètres. Une partie des lignes déjà construites par l'Etat a été remise à la Compagnie, qui a dû pourvoir, dans

un délai très court, à la construction de tout le matériel roulant (locomotives, tenders, voitures, wagons et accessoires) ainsi qu'à l'outillage nécessaire à l'exploitation d'un réseau presque doublé. Cette augmentation représente une valeur totale de 67 millions, dont 50 % en plus de ce qu'elle était au 1^{er} janvier 1878, en y comprenant les améliorations apportées au matériel existant, pour l'introduction de l'emploi des freins à air comprimé, de l'intercommunication, de l'éclairage au gaz, etc.

Indépendamment de la construction de dépôts neufs sur les nouvelles lignes, et de l'agrandissement des installations situées aux gares de jonction, des développements importants ont dû être donnés aux établissements centraux du service. Les ateliers de Rennes et de Sotteville ont été pourvus de bâtiments nouveaux et de machines-outils des derniers modèles, afin de faire face aux travaux d'entretien et de grosses réparations d'un matériel beaucoup plus nombreux. Une usine à gaz a dû être construite à Clichy-Levallois, pour que la Compagnie puisse fabriquer elle-même, dans des conditions économiques, le gaz riche nécessaire à l'éclairage de ses trains de banlieue.

Compagnie d'Orléans. — La Compagnie a établi, à Vitry, un atelier spécial, pour la préparation des huiles de graissage, des graisses, des toiles enduites, des peintures et des divers autres produits utilisés dans son service. Les soins apportés à la fabrication et à l'essai des corps lubrifiants ont une grande influence sur le roulement du matériel et sur la dépense de combustible; c'est pourquoi la Compagnie d'Orléans cherche à graisser avec des mélanges d'huiles dont la préparation complexe permet de leur donner toutes les qualités requises pour qu'elles n'aient pas d'action chimique sur les métaux, tout en jouissant d'une viscosité suffisante. Malgré son prix élevé, l'huile de colza forme la base principale de ces mélanges, avec une proportion à peu près équivalente d'huile de résine, pour le graissage des machines. L'huile à graisser les wagons contient, au contraire, une forte proportion d'huile de résine, mélangée soit avec de l'oléonaphte, soit avec de l'huile de colza, selon les saisons. Toutes les huiles sont préparées à chaud : le mélange est opéré dans des cuves en tôle, munies d'agitateurs et chauffées pendant six heures à 100°, au moyen de la vapeur; on les laisse refroidir et reposer pendant 24 heures; elles sont ensuite envoyées dans des réservoirs, mises en tonneaux et livrées au service.

La graisse, qui ne sert qu'en cas de chauffage, est, dans les boîtes d'essieux, séparée de l'huile par un bouchon fusible : lorsque, pour une cause quelconque, les fusées prennent une température supérieure à 100°, le bouchon entre en fusion et laisse filtrer la graisse; ce bouchon fusible est composé d'un tiers de stéarine et de deux tiers de savon de Marseille, et remplace avantageusement l'emploi de l'alliage d'Arcet. La graisse est fabriquée avec des suifs inférieurs, des matières saponifiées provenant du traitement de vieilles graisses, du carbonate de soude et de l'eau. La graisse dont est formé le bouchon fusible se prépare dans une chaudière en tôle, sur un feu doux, en remuant le mélange avec une palette en bois; quand la matière est homogène et a perdu la plus grande partie de l'eau contenue dans le savon, on la coule dans des moules en bois ou en fonte, sous la forme de bouchons prêts à être mis en place.

La peinture hydrofuge, pour les wagons, est formée, pour la plus forte proportion, d'oxyde de zinc, de silice et de peroxyde de fer; l'humidité, loin de l'altérer, lui communique, au contraire, une plus grande dureté, due à la présence de la silice et de silicates, dans sa composition. Le prix de revient de l'oxyde de zinc, qui en est la base principale, est d'ailleurs peu élevé, puisqu'on l'obtient par le traitement des cendres de zinc. Ces peintures sont préparées à l'état de pâtes, malaxées à l'aide de palettes en bois, puis broyées sur la machine à rouleaux du système Beyer; on la met en fûts et il suffit d'y ajouter la quantité d'huile nécessaire, au moment où on veut en faire usage.

Les toiles pour les bâches et les rideaux de wagons, sont aussi enduites, à l'atelier de Vitry, de trois à cinq couches d'un composé d'huile de lin, de caoutchouc, de cire et de noir de fumée; l'huile de lin, complètement dépourvue d'acidité, doit être d'abord cuite à 160°; les toiles sont ensuite séchées dans des étuves.

Le liquide désincrétant antitartrique employé pour les machines de la Compagnie d'Orléans se compose de matières tinctoriales extrêmement ténues, de carbonate de soude et d'eau. On introduit ainsi, dans la formation même des dépôts, ou dans la composition des dépôts anciens, un élément organique pouvant, lorsqu'il se trouve en contact avec le métal, à une température élevée, se transformer en charbon, de manière à déterminer la séparation facile du métal et de la matière incrustante; l'emploi du carbonate de soude a pour résultat, non seulement d'aider à la désagrégation des matières tinctoriales, mais encore d'opérer la transformation du sulfate de chaux de l'eau des chaudières en un sulfate de soude soluble et en carbonate de chaux insoluble, qui est moins à redouter que le sulfate de chaux, dont les incrustations faites à froid et très lentement, sont bien plus adhérentes aux parois. En outre, les oxydes métalliques des matières tinctoriales se combinent avec les sels calcaires en dissolution dans les eaux d'alimentation et donnent ainsi des résultats satisfaisants. Pour préparer ce liquide, on épuise méthodiquement les bois de teinture dans des cuves coniques chauffées à la vapeur libre, qui se condense dans le liquide; on le ramène ensuite, par concentration, à 8 ou 10° au pèse-sels, au moyen d'une ébullition dans une cuve conique chauffée par un serpent à vapeur. La consommation annuelle de ce désincrétant atteint presque 1 000 tonnes sur tout le réseau.

À la fonderie des ateliers de Paris, la Compagnie d'Orléans applique les procédés de Ruolz et de Fontenay, pour la fabrication du bronze phosphoré nécessaire aux tiroirs et aux coussinets; la dureté de ce bronze, qui est très homogène, peut être graduée à volonté, et son

prix de revient est de beaucoup inférieur à celui du bronze ordinaire, parce qu'une partie de l'étain y est remplacée par du zinc; il donne lieu à de meilleurs frottements et, par suite, s'use moins rapidement. Pour l'introduction du phosphore dans ces alliages, on se sert du cuivre comme véhicule, parce que le phosphore de cuivre est très stable, et qu'il jouit de la propriété de ne pas se décomposer, même à la température élevée qu'exige une fusion d'une durée prolongée. Selon la quantité, on opère soit avec des creusets en plombagine, isolés dans des fourneaux à air, soit avec des groupes de dix à douze creusets placés dans des fours à cémenter; on opère sur des tournures de cuivre rouge provenant de bons lingots, et sur de la pâte de phosphate acide de chaux, mélangé avec un cinquième de son poids de charbon. On charge chaque creuset de 18 kilogr. d'un mélange intime de ces matières; le feu, allumé le matin, est graduellement poussé jusqu'à la température de fusion pâteuse du cuivre, on maintient le feu pendant seize heures et on le laisse s'éteindre lentement. Après le refroidissement, on trouve des grenailles de phosphore de cuivre, disséminées dans la masse charbonneuse, et on les refond à creuset ouvert pour les couler dans des lingotières en fonte. Ce phosphore, à 9 % de phosphore, est ensuite allié à du cuivre, de l'étain et du zinc, dans des proportions qui varient selon la pièce à fabriquer (tiroirs de distribution, coussinets de bielles motrices, coussinets de voitures et de wagons, alliages blancs pour le doublage des colliers d'excentriques, etc.). Enfin, le phosphore de cuivre a l'avantage de permettre de couler du cuivre en sable vert, sans qu'il devienne bulleux par suite de la facilité avec laquelle il absorbe l'oxygène de l'air; avec une introduction de 3 % de phosphore, on peut ainsi couler en sable, au lieu de les emboutir et de les marteler, les tubulures des bouilleurs pour les foyers Ten-Brink, les brides des bouilleurs, les pièces pour la réparation des cylindres, etc.

Le laboratoire des ateliers de Paris fabrique aussi un mastic spécial, pour les scellements de fers dans la pierre, étudié par M. Spiral, chimiste de la Compagnie. La composition est un mélange de sulfure de fer et de soufre; on obtient ce sulfure en mélangeant de la tournure de fonte et du soufre, auxquels on ajoute 5 litres d'eau par 10 kilogr. La pâte est mise dans des barils où s'effectue la réaction, puis le sulfure est mis en poudre et tamisé, et on le mélange, par parties égales, avec du soufre fondu et on coule en lingotière. Ce mastic se moule aussi bien que le soufre, mais il ne prend pas de retrait et ne fait pas éclater la pierre.

(A suivre.)

M. COSSMANN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CONGRÈS ET CONFÉRENCES DE L'EXPOSITION

Iron and Steel Institute.

(Suite et fin.)

Une autre communication, qui a absorbé la majeure partie du meeting, c'est celle de sir I. Lowthian Bell sur le *combustible gazeux*.

Sous ce titre modeste se cache une démonstration scientifique de la non-valeur théorique et pratique de tout ce que l'on a cherché à faire prévaloir, en Angleterre, dans ces dernières années, sur ce qu'on appelle le *gaz à l'eau* (water gaz).

L'idée de décomposer la vapeur d'eau par le charbon chauffé au rouge n'est pas nouvelle. Il y a près de 50 ans, qu'en France on a cherché à produire ainsi du gaz d'éclairage. Malheureusement ce gaz n'éclairait pas, puisqu'il était dépourvu de matières solides en suspension, et la grande quantité d'oxyde de carbone qu'il renfermait le rendait éminemment dangereux. Dans une communication récente à la Société des Ingénieurs Civils, M. Cornuault a fait voir combien il était plus logique et plus sûr de se contenter de distiller de la houille, quoique en Amérique on ait été conduit, faute de houilles convenables, à utiliser les charbons maigres ou anthraciteux pour produire un gaz, que l'on rendait ensuite éclairant par une addition de vapeurs de pétrole.

Actuellement et tel qu'on cherche à le présenter dans le monde industriel en vue de combinaisons financières, le *water gaz* est produit par le passage alternatif sur du combustible incandescent, d'un courant de vapeur d'eau suivi d'un courant d'air, pour rétablir la combustion et empêcher que le foyer ne s'éteigne. Il en résulte la production de deux sortes de gaz, l'un renfermant de l'hydrogène mélangé d'oxyde de carbone, et qui peut répondre, en effet, à quelques emplois très spéciaux, et l'autre, qui est du gaz ordinaire de gazogène, contenant, par conséquent, de l'azote, de l'oxyde de carbone et un peu d'acide carbonique.

Si on mélange ces deux gaz, on obtient du combustible le même effet calorifique que si on n'avait produit que du gaz ordinaire de gazogène, avec un supplément de dépense en plus. Si on veut employer le *water gaz* seul, il faut alors laisser perdre l'autre quantité de gaz ou lui trouver un emploi.

Un autre inconvénient de la production du *water gaz*, c'est qu'on ne peut guère l'obtenir pratiquement qu'avec du coke, et encore faut-il que ce coke n'ait pas beaucoup de cendres, car le décrassement du gazogène est une opération difficile et gênante, puisqu'il est fermé et soufflé. Nous n'entrerons pas dans les calculs de quantité de chaleur donnée comparativement avec la houille brûlée directement ou transformée en gaz ordinaire ou en mélange de *water gaz* et de gaz ordinaire; il nous suffira de dire que les personnes qui n'ont pas d'intérêt dans les combinaisons financières dont nous avons parlé plus haut et qui ont employé le *water gaz*, ont été loin d'en être satisfaites. M. Kupelwieser, par exemple, le directeur des Acéries de Wit-

kowitz, en Autriche-Hongrie, a expliqué qu'il ne pouvait marcher qu'au coke et qu'il obtenait du *water-gaz* pendant trois à quatre minutes, tandis que pendant 15 à 20 minutes il produisait du gaz de gazogène ordinaire. Le *water gaz* s'applique à certains usages spéciaux, mais ne convient pas pour les fours Siemens, et il revient, en somme, généralement plus cher.

Nous n'insisterons pas sur la discussion, chaudement soutenue par MM. Wildy, Dowson, Loomis et Samuel Fox, en faveur du *water gaz*. Notre compatriote, M. Pourcel, a raconté qu'en 1872, il a assisté aux expériences de *water gaz* faites par M. Tessié du Motay à Commines; ce genre de fabrication n'est donc pas nouveau, et les difficultés dont il a été témoin dans cette production de gaz avec des coques impurs, montrent qu'il suffit de s'en rapporter aux chiffres, qui sont loin d'être en faveur de l'application industrielle de ce mode de chauffage.

M. Carl Siemens divise les gaz destinés au chauffage en deux classes: les gaz lumineux et ceux qui ne le sont pas. Les gaz lumineux sont les seuls qui puissent chauffer par rayonnement, les autres ne chauffent que par contact, ce qui est une mauvaise condition; c'est ainsi que se comporte le *water gaz*. Un autre inconvénient, c'est la complication de gazomètres, dans lesquels il faut conserver les deux espèces de gaz produits et qui ne sont pas à la même pression.

La soudure électrique Thomson, que l'on a pu voir fonctionner dans la section américaine de la Galerie des Machines, a été le sujet d'une communication de M. Fish, de Boston.

En montant un appareil pour son cours, le professeur E. Thomson raccourcit, par hasard, un courant d'induction, ce qui amena la fusion du fil de cuivre servant de conducteur. Il partit de ce résultat fortuit pour créer la soudure électrique par pression.

La production de la chaleur dans un courant est soumise, comme on sait, à la loi de Joule, c'est-à-dire que la *quantité de chaleur dégagée dans l'unité de temps est proportionnelle*: 1° à la résistance que ce fil oppose au passage de l'électricité; 2° au carré de l'intensité du courant. De plus, cette résistance au passage de l'électricité varie avec la nature du métal; elle croît avec la température, et est en raison inverse de la section transversale du conducteur.

Il en résulte qu'avec une disposition convenable, on produit, par aboutement de deux pièces métalliques, que l'on a placées dans un courant d'une énergie suffisamment intense, un commencement de fusion, qui amène une soudure, si on y ajoute une certaine compression. Ce résultat est encore favorisé par cette circonstance, que la résistance croissant avec la température, le courant tend à uniformiser la soudure, car il cherche à passer, de préférence, par les parties les plus froides, jusqu'à ce qu'il ait porté leur température au niveau de celle des parties les plus chaudes.

Pour réaliser ce mode de soudure, il faut:

1° Un courant continu ou alternatif d'une intensité convenable, avec le moyen de le régler rapidement et exactement;

2° Un système d'attache des objets à souder, permettant leur mouvement et leur rapprochement sous pression;

3° L'introduction et le passage du courant, sans perte d'intensité, au travers des pièces à souder;

4° Un système de rapprochement et de compression des objets l'un contre l'autre pendant la soudure.

En ce qui concerne la partie purement électrique, il y a trois manières d'obtenir un courant de quantité:

1° Ou bien employer des accumulateurs, ce qui n'est pas à recommander, à moins qu'on n'ait qu'une puissance mécanique insuffisante;

2° Ou bien faire marcher une dynamo dont les armatures ont une très faible résistance et qui fournisse directement le courant nécessaire à la soudure; mais alors il faut, vu la faible tension du courant et pour éviter les pertes, se placer tout près de la machine. On y arrive en employant une table placée au-dessus de la dynamo et sur laquelle se disposent les pièces à souder;

3° Enfin, avec une machine à courant alternatif et un transformateur à circuit magnétique, pour changer le courant à haute tension et faible quantité en un autre à faible tension et grande quantité. De cette manière, on peut transporter le courant à haute tension à une grande distance, sans perte importante et jusqu'à l'objet à souder, et là le transformer en un courant de quantité et de faible tension à l'endroit même où se fait la soudure.

Au point de vue pratique, il y a lieu de combattre l'élargissement qui se produit à l'endroit de la soudure par l'effet de la pression, au moyen d'un martelage, quand le métal s'y prête, comme l'acier, par exemple. Quand il s'agit de métaux qui se forgent mal, on amincit les bouts des barres à souder et on arrête le courant avant d'être arrivé à un élargissement notable.

Comme exemple de résistance à la traction à l'endroit de la soudure, M. Fish donne les chiffres suivants:

	56 ^{kil} 2 par m/m carré.
Acier fondu	42 0 —
Acier Bessemer	22 4 —
Cuivre étiré	28 7 —
Laiton	28 4 —
Acier et alliage de cuivre et de nickel	23 6 —
Laiton et fer	

En général, on peut compter sur 80 à 90 % de la résistance naturelle du métal à l'endroit de la soudure. Quant à la quantité d'électricité nécessaire à une soudure donnée, il est difficile d'en indiquer exactement la valeur, mais on peut admettre que, pour souder deux ronds en fer de 38 millimètres de diamètre, il faut une dynamo absorbant 27 chevaux-vapeur, tandis que, pour deux ronds de 12 à 13 millimètres, il suffit de 5 à 6 chevaux.

M. Alex. Siemens, rappelant la soudure électrique faite, il y a dix

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XVI, n° 3, p. 83.

ans, des fils servant d'enveloppe à un câble sous-marin, pense qu'un tel procédé a beaucoup d'avenir, car il est facile à appliquer et donne de bons résultats.

M. Adamson, qui, dans ses ateliers de Manchester, fait 300 à 400 mètres de soudure de tôles par semaine, serait heureux d'employer une semblable méthode, s'il était certain de n'avoir pas besoin d'une force motrice trop considérable. Pour les métaux autres que le fer, ce procédé semble une solution inespérée.

M. R. A. Hadfield, connu par les aciers à hautes teneurs de manganèse, a présenté un travail sur les *alliages de fer et de silicium*. C'est, avant tout, une compilation des travaux sur cette matière, parue surtout en Amérique et en Angleterre, et qui ne tient pas assez compte de ceux des métallurgistes du continent, par suite, sans doute, de la difficulté de suivre leur publication dans le texte allemand ou français.

La substitution du silicium au carbone et inversement, avec ou sans la variation dans la teneur en manganèse, donne lieu au tableau suivant :

	Graphite.	Carbone combiné.	Silicium.	Manganèse.
Spiegel		4,27	0,4	8,11
		4,78	0,52	19,74
Ferromanganèses		5,63	0,42	41,82
		6,53	0,97	80,04
		7,20	0,14	80,00
Autres alliages manganésifères		3,56	4,9	23,9
		2,56	4,2	50,0
Silicospiegel	0,33	1,85	10,74	19,64
	0,67	0,98	12,60	19,74
	0,9	0,30	15,94	24,36
	2,35	0,05	8,77	2,42
Ferrosilicium	1,85	0,06	11,2	2,78
	1,2	0,23	14,0	1,95
	0,55	0,11	17,8	1,07

Le silicium ne peut se réduire, dans le haut fourneau, sans la présence du carbone ; et, cependant, une fois cette réduction opérée, le silicium expulse le carbone du métal obtenu.

L'analyse des alliages riches en silicium est difficile par l'attaque aux acides ; M. Williams, de Saint-Louis (Etats-Unis), propose leur fusion préalable au carbonate de soude, pour produire du silicate de soude, que les acides peuvent dissoudre. Le silicium s'allie facilement à l'aluminium, ce qui permet d'obtenir du silicium à l'état graphitoïde, quand on attaque le métal par un acide qui n'oxyde pas le silicium ; on a prétendu trouver aussi du silicium à cet état dans la fonte, mais le fait n'est pas bien établi.

Quant à l'influence du silicium sur le fer et l'acier, elle varie avec la teneur en carbone, et M. Howe, dans sa *Métallurgie de l'acier*, fait remarquer que, pour le fer, c'est la silice, et non le silicium, qui le rend rouverain.

Sans affirmer que le silicium puisse prendre la place du carbone, on peut dire cependant que des aciers peu carburés et assez chargés en silicium prennent la trempe. Mais le silicium à forte dose diminue certainement la ductilité de l'acier, au moins à chaud ; car le professeur Kennedy a trouvé qu'un métal contenant 2,13 % de silicium peut s'allonger de 36 % sur une longueur de 10 centimètres, la teneur en manganèse ne dépassant pas 2 à 3 millièmes.

Un fait assez remarquable, c'est que le silicium, tout en empêchant la formation des soufflures dans l'acier, permet cependant au ferrosilicium à 12 % de dégager beaucoup de gaz en se solidifiant et d'être quelquefois souffléux.

Le silicium augmente le retrait de la fonte, surtout quand il dépasse 2 %.

M. Gautier fait remarquer que le bronze siliceux, auquel M. Hadfield a fait allusion, ne renferme pas de silicium. On s'est servi de l'action de ce corps pour enlever l'oxydation du métal, mais il disparaît dans la réaction. Quant au déplacement du carbone par le silicium, il lui semble que le fait peut s'expliquer par la plus grande solubilité du silicium dans le fer, tandis que le carbone n'a qu'une solubilité très limitée ; celle du silicium, au contraire, est indéfinie. L'emploi du carbonate de soude pour faciliter l'analyse des alliages de silicium n'est pas nouveau, M. Williams n'a rien découvert, car M. Gautier a fait connaître cette méthode il y a plus de dix ans. Ce n'est pas, non plus, M. Howe qui a expliqué le premier que dans le fer, les défauts de malléabilité et l'état rouverain étaient dus à la silice et non au silicium ; M. Gautier l'a fait connaître, contrairement à ce que prétendait Karsten, en 1876, dans sa communication sur le ferromanganèse. Par extension du principe trouvé à Terrenoire, en 1873, que le carbone et le phosphore étaient incompatibles, il a fait connaître les travaux de W. Mrazek sur les aciers doux à haute dose de silicium, et rattaché ce phénomène à une loi générale d'incompatibilité du carbone avec les différentes impuretés que l'on peut rencontrer dans l'acier. M. Gautier regrette que M. Hadfield n'ait pas parlé de ses expériences sur les aciers siliceux ; il a vu, à l'usine de M. Hadfield, tout un atelier d'ajustage employant uniquement, pour ses outils, un acier à moins de 0,5 de carbone et ayant 1,2 et 1,5 de silicium.

Cet acier, contrairement à ce que supposait M. Gautier, se trempait bien, mais il était un peu délicat à forger.

La communication suivante, dont il est seulement fait lecture, la discussion étant remise au prochain meeting de Londres, a pour sujet *une nouvelle forme de four Siemens avec utilisation de la chaleur perdue et des gaz brûlés*, par MM. Head et Pouff.

MM. Biedermann et Harvey (collaborateurs de M. Siemens), ont eu l'idée d'utiliser une partie des gaz brûlés en les faisant repasser dans les gazogènes. On sait, en effet, que dans un gazogène il y a deux

zones ; il se forme dans la zone inférieure de l'acide carbonique qui, dans la zone supérieure, au contact du carbone incandescent, se transforme en oxyde de carbone par la réaction :



La production d'acide carbonique donne lieu à une grande quantité de chaleur, mais la dissolution de cet acide carbonique par le carbone pour engendrer l'oxyde de carbone est, au contraire, accompagnée d'une absorption de calorique.

Dans la nouvelle disposition de four Siemens, les produits de la combustion, tels qu'ils sortent du four, avec leur chaleur, repassent sous la grille du gazogène. C'est à dire que l'on se dispense de produire de l'acide carbonique dans la partie inférieure du gazogène ; on l'amène tout chaud, accompagné d'azote et de vapeur d'eau, et on économise ainsi, théoriquement, un équivalent de carbone sur deux.

Avec cette disposition, le gazogène n'est plus qu'un appareil à transformer l'acide carbonique en oxyde de carbone, avec cette condition que l'on fournit la chaleur nécessaire pour combattre le refroidissement qui en résulterait.

Une partie des gaz brûlés continue à descendre dans le régénérateur à air, et c'est seulement ce qui aurait passé dans le régénérateur à gaz qui est entraîné, par un injecteur à vapeur, sous le gazogène.

Voici une analyse du gaz obtenu de cette manière, à Pather, par résorption de gaz brûlés.

Acide carbonique	4,6
Oxyde de carbone	26,0
Hydrogène carboné	17,4
Azote	52 »
	100 »

On voit que la proportion d'acide carbonique n'est pas plus forte que dans le gaz produit par les gazogènes ordinaires.

Le nouveau four est plus simple comme fonctionnement ; son prix n'est plus que les 2/3 de celui de l'ancien four. Le gazogène se trouve placé sous le four et les régénérateurs à air de chaque côté.

Le nouveau four à gaz n'a été appliqué, jusqu'à présent, que pour le réchauffage et le soudage du fer. On comprend, en effet, qu'il convienne pour ce travail, qui ne demande pas une température aussi élevée que la fusion de l'acier sur sole ; mais il est à craindre que par la disposition adoptée, qui ne chauffe qu'un des éléments de la flamme, l'air, la chaleur ne soit pas aussi vive que dans un four Siemens, car il y a, comme disposition générale (sauf la résorption des gaz brûlés, naturellement) une certaine analogie avec le four Ponsard, qui, on le sait, n'a jamais pu, couramment, fondre l'acier doux.

Il y a, en Angleterre, deux fours en marche, et on en construit d'autres, dont un pour fusion d'acier.

A Wishaw (Ecosse) les résultats de la marche de plus d'une année constatent une économie de 5 à 6 % sur le métal réchauffé, ce qui serait à peu près la moitié du déchet ordinaire. On a obtenu, par rapport au four à grille, une économie des deux tiers ; mais il en faut déduire le combustible nécessaire à la production de la vapeur pour faire marcher l'aspirateur de tirage. Ce four chauffe 8 000 kilogr. de fer par équipe de 10 à 11 heures, et économise 16 à 1700 kilogr. de houille pendant le même temps, ce qui, avec le moindre déchet, ferait un avantage annuel total de plus de 25 000 francs, sans compter une moindre dépense de main-d'œuvre.

Il nous reste, en terminant, à dire quelques mots d'une communication, qui n'a pas été discutée et qui est celle de M. Lynwood Garrison (Philadelphie) sur les *convertisseurs Robert en Amérique*.

Nous ne décrirons pas le convertisseur Robert ; il est assez connu par le bruit qui a été fait autour de lui ; nous dirons simplement que ce qui constitue sa différence avec un convertisseur ordinaire, c'est que les tuyères sont placées latéralement à 10 ou 15 centimètres du niveau du bain, au lieu d'être au fond. Nous n'avons pas à voir si ce changement de disposition constitue un élément de brevet ; M. Bessemer prétend que non et qu'il a couvert cet arrangement par les *claims* de ses nombreuses patentes. Quand il a essayé les tuyères horizontales, près de la surface, il a toujours constaté une production anormale de scories, une fumée rousse très dense causée par la combustion d'une grande quantité de fer, et, en tous cas, il a obtenu toujours des résultats meilleurs avec les tuyères en bas, quelle que fût, d'ailleurs, la forme générale du convertisseur.

M. Garrison, qui cherche, il nous semble, à être aussi impartial que possible dans cette étude, prétend que la pression du vent, qui n'est pas de plus de quatre livres par pouce carré (environ 20 centimètres de mercure), ne peut produire une agitation aussi grande que ce que l'on prétend, vu la densité de la fonte liquide ; elle peut certainement accumuler la scorie en face d'elle et mettre à nu une partie de la surface du métal, ceci n'est pas douteux.

La partie qui reste toujours dans le vague et sur laquelle on ne peut avoir de renseignements certains, c'est le déchet : on parle d'une perte de métal de 12 % du cubilot à la poche d'acier, en marche à vide, et de 13 à 18 en marche basique ; même s'ils sont exacts, ces chiffres montrent une infériorité notable vis-à-vis de la fabrication sur sole, mais ils ne rendraient par le procédé impraticable, vu les autres avantages qu'il possède, comme économie d'installation et facilité de maniement pour les petites usines. Sir Henry Bessemer, auquel M. Garrison disait qu'on pouvait produire d'excellent métal avec ce convertisseur, a répondu : « En soufflant la quantité d'air convenable, de quelque manière que vous vouliez, dans de la bonne fonte, vous ferez de bon acier ». Aussi M. Garrison dit-il que, pour adopter le convertisseur Robert, il faut qu'il soit prouvé qu'il peut, comparé, toutes choses égales d'ailleurs, avec un convertisseur Bessemer ordinaire, produire des résultats meilleurs.

On a reproché aux promoteurs de l'affaire Robert, arrivés les derniers dans la fabrication de l'acier, de s'être étonnés de tout ce qui se passe dans cette industrie, et de croire qu'ils l'ont découverte, tandis que tous ces résultats sont connus depuis 40 ou 50 ans. Il n'y a rien de merveilleux à couler des pièces en acier, même ayant extérieurement une belle apparence; c'est une question de moulage et de soins; mais il faut les faire sans soufflures, ce qui est une autre question; et, à ce sujet, si on consulte les consommateurs, ils s'accordent à reconnaître beaucoup de douceur au métal de Stenay (l'élimination du carbone étant très complète, sans doute, en présence de l'excès d'oxyde produit, et l'addition de ferrosilicium ou de silicospiegel ne durcissant pas le métal doux), mais ils ne sont pas aussi unanimes sur l'homogénéité. C'est que tout est là en fait de moulages d'acier.

Quoi qu'il en soit, M. Lynwood Garrison ne croit pas fondé le manque de chaleur que l'on a reproché au métal obtenu par ce genre de convertisseur, il ne trouve pas que les coulées soient froides, ce qui s'explique, peut-être, en l'absence d'un excès de silicium, par la combustion d'une plus grande quantité de fer.

Les résultats, contenus dans une série de tableaux, ne proviennent pas directement des usines qui emploient cette disposition de convertisseur, mais bien des promoteurs de la Société Robert; ils sont donnés comme la moyenne entre ce que l'on obtient à Stenay et à Blaenavon en Angleterre; ils ont donc moins de valeur que s'ils provenaient de producteurs indépendants.

On y voit que l'on peut faire de l'acier basique dans le petit convertisseur, avec une capacité de trois tonnes (ce qui est un peu grand et ne peut vraiment plus permettre d'appeler *petits* les convertisseurs de cette capacité), car le métal renferme de 0,050 à 0,080 de phosphore avec une teneur en carbone de 0,084 à 0,122 et de 0,02 à 0,10 de silicium. Quant au métal acide, il donne en moyenne:

Silicium	0,144	} avec une résistance à la traction de 49 kilogr. et 16 % d'al- longement.
Manganèse	1,077	
Carbone	0,250	

C'est, comme on voit, du bon métal demi-doux.

La réunion s'est terminée par des visites à l'Exposition et l'ascension de la Tour de 300 mètres. Un banquet réunissait les membres des deux Sociétés au premier étage de la Tour, et, le soir, des excursions partaient pour le Creusot, Saint-Etienne, le Pas-de-Calais, Maubeuge et le Luxembourg.

La fabrication de la bière.

Conférence faite par M. E. DUCLAU, membre de l'Académie des Sciences, au Congrès des brasseurs français, le 14 octobre 1889.

Messieurs, l'honneur de prendre la parole devant vous est un de ceux qu'on peut ambitionner quand on a passé, comme je l'ai fait, une partie de sa vie dans l'étude des fermentations. Néanmoins, lorsqu'on est venu me demander de vous faire une conférence, j'ai surtout été touché de la responsabilité que j'encourais en acceptant. De quoi vous parler en effet que vous ne connaissiez mieux que moi dans le domaine de la brasserie? Peut-être êtes-vous un peu moins *savants*, mais, à coup sûr, vous êtes beaucoup plus *praticiens*. Mais, précisément à cause de cela, vous n'avez pas le droit de dédaigner les enseignements de la science, car tel menu fait, découvert aujourd'hui, sera peut-être la pratique de demain, et d'un bout à l'autre votre industrie est faite de découvertes de l'ordre le plus délicat.

On a dû fabriquer de la bière depuis les temps les plus reculés, parce que cette fabrication ne met en jeu que des forces naturelles et en quelque sorte spontanées. Une simple infusion d'orge, abandonnée à elle-même pendant les chaleurs de l'été, entre d'elle-même en fermentation, mais entre cette bière et les bières brillantes et savoureuses que vous savez produire aujourd'hui, il y a un abîme. Comment vos prédécesseurs ont-ils pu à peu appris à le franchir? Comment, à une époque où la science n'existait pas encore, où l'on ne savait rien sur la nature de l'air, de l'eau, de l'amidon, de la levure, ont-ils pu trouver les meilleures conditions de réaction de ces corps les uns sur les autres? Comment ont-ils réussi à mettre sur pied une pièce aussi bien ordonnée que la fabrication d'une tonne de bière, où chaque acte a son influence sur le dénouement? Voilà ce qui confond, et ce qui doit nous pénétrer pour ces aïeux inconnus d'une admiration singulière, qui redouble quand on pénètre dans le détail, et qu'on se rend compte scientifiquement, comme nous savons le faire aujourd'hui, des difficultés accumulées sur la route.

Un de leurs côtés les plus curieux, une des originalités de votre métier, est que vous y rencontrez presque constamment une sorte de disproportion entre la cause et l'effet qui n'existe pas dans les autres, et qui est toujours un peu troublante pour l'esprit. La levure peut transformer en acide carbonique et en alcool plus de 100 fois son poids de sucre, et a pu ainsi passer longtemps inaperçue dans un phénomène dont elle est la seule cause active. Pour la diastase qui saccharifie l'amidon du grain d'orge, la disproportion est encore plus grande. Voici une infusion de malt qui en renferme. Si j'ajoute de l'alcool, la diastase se précipite, mais en flocons imperceptibles, et encore elle est mélangée à une foule de substances étrangères. Pourtant cette diastase impure est capable de saccharifier plus de mille fois son poids d'amidon. Le brasseur a dû apprendre à manier en elle une force à la fois puissante et insaisissable.

Ce n'est pas tout: cette force n'a pas toujours les mêmes effets, et son action dépend des circonstances. D'une manière générale, la diastase de l'orge transforme l'amidon en maltose, destiné à fermenter et à donner de l'alcool, et en dextrine, destinée à rester dans la bière

et à lui donner du moelleux, *de la bouche*. Si on obtenait toujours la même proportion de dextrine et de maltose, le maltage et le brassage seraient faciles, mais toutes les bières seraient uniformes, et la concurrence des goûts disparaîtrait. S'il y a dans ces boissons la variété qu'on y remarque aujourd'hui, si chaque brasseur a son type de bière, c'est en partie parce qu'il a appris, — avec combien de temps et de peines! — à jouer de sa diastase comme d'un instrument, et à obtenir d'elle toute la variété d'effets qu'elle peut produire.

Il a d'abord appris à mettre en jeu des influences de temps et de quantité; ces deux facteurs de l'action peuvent, dans une certaine mesure, se compenser, la durée suppléant, par exemple, à la diminution de la quantité de diastase.

L'influence de la température est beaucoup plus délicate et, en apparence au moins, plus capricieuse. Quand on fait agir sur de l'empois d'amidon une dose moyenne de diastase, et qu'on maintient la température au voisinage de 63°, l'amidon donne les $\frac{2}{3}$ de son poids de maltose et $\frac{1}{3}$ de dextrine. Le maltose donnant ensuite, dans la fermentation alcoolique, la moitié de son poids d'alcool, on voit que dans la bière, lorsqu'elle est faite, il y a à peu près poids égaux de dextrine et d'alcool; c'est une bière alcoolique, voisine des bières anglaises, dont quelques-unes sont de véritables vins d'orge.

En maintenant au contraire la température entre 64 et 68°, les chiffres sont renversés: le maltose n'est plus que le tiers du poids de l'amidon, la dextrine en fait les $\frac{2}{3}$. Après fermentation, la bière sera donc très dextrineuse et peu alcoolique. Elle se rapprochera des bières allemandes.

Si nous montons à 70°, le maltose n'est plus que le sixième du poids de l'amidon, et nous sortons presque du domaine de la brasserie. Mais on voit quelle variété d'effets et par conséquent de bières on peut obtenir sur ce clavier de la température, suivant les notes qu'on touche et la valeur de durée qu'on leur donne.

Ce n'est pas fini. Nous rencontrons maintenant devant nous, quand il s'agit de mettre en fermentation le brassin que nous avons fabriqué, la question des levures. Ici nous avons affaire, non pas comme tout à l'heure, à propos de la diastase, à une substance chimique morte, mais à un être vivant. Qui dit *être vivant*, dit un être qui a des besoins et qui cherche à les satisfaire, qui est mécontent s'il n'y parvient pas, et qui traduit ce mécontentement par un retard dans son développement physiologique ou un changement dans sa fonction. Tout cela retentit sur les qualités de la bière. Il faut donc assurer à la levure ses meilleures conditions de nutrition.

Mais toutes les levures ne se ressemblent pas sous ce rapport. Précisément parce que ce sont des êtres vivants, on peut trouver chez elles, de même que chez les êtres d'un ordre plus élevé, des propriétés de classe, d'espèce, de genre, de famille, d'individus. Comme propriétés de classe, nous pouvons prendre le mode de reproduction, qui se fait toujours par bourgeonnement, par formation d'un renflement qui grossit jusqu'à atteindre la grandeur du globule qui lui a donné naissance. Nous pouvons aussi prendre la propriété de faire fermenter le glucose, et convenir que toutes les cellules possédant ces deux propriétés appartiennent à la classe des levures.

Toutes les levures ne pouvant pas faire fermenter les divers sucres, saccharoses, maltoses, lactoses, etc., on peut trouver là des distinctions d'espèce. Je n'ai pas besoin de dire que je ne veux pas faire ici de classification, mais seulement faire sentir les différences plus ou moins profondes qui peuvent exister entre les diverses levures.

Nous venons de distinguer des espèces. Voici maintenant des différences moins profondes pouvant servir à faire des genres ou des familles. C'est d'abord la faculté de supporter plus ou moins bien l'action des températures basses ou élevées. C'est ensuite celle de produire, comme résultat du fonctionnement vital, des substances variées dont quelques-unes n'ont besoin d'être présentes qu'en quantité infinitésimale pour exercer sur le goût de la bière une influence marquée. Tels sont, par exemple, les acides acétique, butyrique, valérique.

J'ai montré que les diverses levures ne se ressemblaient pas sous ce point de vue. Or, ces acides ont des odeurs très fortes et très différentes, et contractent avec l'alcool des combinaisons étherées très odorantes aussi.

J'arrive enfin à la différenciation des individus. Cette question a moins d'importance, car la brasserie opère toujours avec des masses de cellules dans lesquelles les caractères individuels se fondent dans une moyenne générale. On peut pourtant remarquer, même chez les descendants d'une unique cellule de levure, des variétés dans la forme, la grosseur, l'aspect du protoplasma contenu dans l'enveloppe cellulaire, l'épaisseur de cette enveloppe, la nature des matériaux qu'elle contient. On trouve dans la même fermentation, des globules vieux qui dépérissent et des globules jeunes en pleine vie, et comme il y a souvent plusieurs dizaines de générations en présence, on peut prévoir qu'il s'établit entre les diverses cellules des différences tout aussi grandes que celles qui se révéleraient au bout d'un certain nombre de générations chez tous les descendants d'un même couple d'animaux.

Voilà les notions que la science a fournies. Voyons maintenant comment la brasserie en a tiré parti.

M. Pasteur, dont nous ne saurions manquer de saluer le nom dans une assemblée comme la nôtre, vous a d'abord appris à profiter des dissemblances de formes de la levure et d'autres espèces microscopiques pour éliminer ces dernières, qu'il a caractérisées, toutes les fois qu'elles interviennent, comme des agents de maladie de la bière. Il ne s'est pas arrêté là: il a constaté qu'une bière pouvait souffrir, non seulement de l'existence des ferments de maladies, mais de la présence de levures qui ne conviennent ni à la nature du moût mis en fermentation, ni au goût de la bière qu'on veut produire.

Il a même fait de ces viciations de goût un moyen de déceler la présence de ces levures anormales. Cette idée de la pureté de la levure, non seulement au point de vue du mélange avec les bacilles, mais encore du mélange des levures entre elles, ayant inspiré les travaux et les applications pratiques réalisées dans le laboratoire du grand savant dont je m'honore d'avoir été l'élève, je suis un peu surpris de la voir revendiquer comme une idée nouvelle de M. Hansen, de Copenhague; je le suis encore plus de me trouver en présence d'un élève de M. Hansen, qui n'hésite pas à traiter son maître de Christophe Colomb d'un continent nouveau, tandis que M. Pasteur n'aurait découvert l'Amérique qu'à la façon de ces hommes du Nord, qui y ont abordé les premiers sans la chercher.

On est dispensé du lyrisme quand on fait de la science; mais on est obligé d'être juste: en étudiant d'anciens ballons de culture, provenant des expériences faites en 1872 par M. Pasteur, j'y ai retrouvé la preuve que les levures dont se servait ce savant n'étaient pas moins pures, au sens absolu du mot, que celles qu'on sait préparer maintenant. Le mérite de M. Hansen est d'avoir donné, pour cette préparation des levains purs, des moyens plus courts, plus sûrs, plus pratiques, c'est d'avoir insisté davantage sur cette nécessité de la pureté de la levure, c'est d'en avoir montré les avantages pratiques et de l'avoir imposée à l'industrie.

Quant à la conception théorique qu'il a ajoutée à sa méthode de production de levure au moyen d'une seule cellule, à savoir que les diverses générations de cette cellule présenteraient entre elles, lorsqu'elles seraient réunies ensemble dans une masse de levain, plus d'homogénéité que les levures pures de M. Pasteur, provenant originellement d'un groupe de cellules de la même famille, la chose est possible, bien qu'elle soit en désaccord avec ce qui se passe avec d'autres espèces vivantes, comme nous l'avons montré plus haut. En tout cas elle n'est pas démontrée. Nous ne pouvons donc voir dans la méthode Hansen autre chose qu'un moyen pratique d'assurer aux bières, dans la grande industrie, cette régularité de fabrication, cette uniformité de goût, ces qualités de tenue, de stabilité que seuls avaient pu apprécier dès 1874 les familiers du laboratoire de M. Pasteur.

Cette méthode Hansen s'applique mieux, on le sait, à la fabrication des bières basses qu'à celle des bières hautes. Peut-être n'y a-t-il, à l'appliquer à ces dernières, qu'un obstacle facile à lever. Peut-être aussi rencontrera-t-on dans cette voie des difficultés plus sérieuses. Je pourrais entrer dans quelques détails à ce sujet, mais j'estime que c'est inutile, parce que j'ai atteint mon but, qui était de vous montrer à la fois quelle est la délicatesse des rouages qui entrent en jeu dans la fabrication d'une bonne bière, et quelle est la seule voie à suivre pour en assurer le fonctionnement régulier: c'est d'apprendre à les connaître dans le détail de leurs propriétés et de leurs relations mutuelles.

Ceci m'amène à la conclusion pratique de cette conférence. En ce moment, quand un de ces rouages ne marche pas, quand il survient une anicroche dans votre fabrication, vous êtes embarrassés, hésitants, et, sans chercher l'origine de la difficulté, vous tâchez d'en sortir par un moyen quelconque. Ne sentez-vous pas l'intérêt d'avoir un laboratoire où l'on pourrait faire pour vous ces essais que vous n'avez pas le temps de faire, parce que, dans une industrie comme la vôtre, le temps est de l'argent, c'est même beaucoup d'argent?

Ce laboratoire existe, créé, à votre prière, par le Ministre de l'Agriculture, dans les bâtiments de l'Institut agronomique. Il est à la fois laboratoire de recherches et laboratoire d'enseignement. Les recherches portent sur la science pure, et il a été largement outillé pour cela par le Ministère; elles portent aussi sur les applications de la science, et pour cela, comme c'est surtout à l'industrie que le laboratoire peut rendre service, il attend que l'industrie lui donne l'outillage dont il a besoin. Il n'a pas voulu demander à l'Etat des sacrifices qui eussent été inutiles si l'industrie se désintéressait de lui, et si l'industrie ne s'en désintéresse pas, il a trouvé juste qu'elle lui fournisse les moyens de se rendre utile. Donnez à la plupart des industries françaises le salutaire exemple de ne compter que sur vous-mêmes. Vous vous êtes déjà formés en syndicats professionnels et commerciaux. Essayez de créer aussi parmi vous un syndicat scientifique ayant pour programme de doter la brasserie française des moyens de progrès qu'elle trouve en Allemagne, en Belgique, en Danemark, en Autriche et ailleurs.

Vous avez déjà un laboratoire. Je peux vous répondre de la bonne volonté de son personnel. Quand vous lui aurez donné le matériel nécessaire, il essaiera de vous rendre tous les services que rendent les laboratoires de Copenhague ou de Munich, c'est-à-dire d'être pour les brasseurs un centre d'informations, d'analyses, et un atelier de production de levures pures. En même temps, il servira d'établissement d'instruction pour le personnel, et pourra devenir une pépinière où vous puiserez le personnel nécessaire de ces écoles de brasserie dont la création s'impose. J'en vois au moins deux nécessaires: une école dans le Nord pour la fermentation haute, une école dans l'Est ou le Midi pour la fermentation basse. Mais aucune ne me semble mûre, à cause du manque de personnel enseignant. C'est le laboratoire qui peut le former, c'est donc à lui qu'il faut songer tout d'abord. Je suis sûr que vous ne voudrez pas vous séparer avant de l'avoir pris sous votre patronage. L'Etat acceptera volontiers, je crois, de vous donner un asile jusqu'au jour, prochain j'espère, où vous trouverez avantage à avoir un local à vous, procédant un personnel à vous, et travaillant exclusivement pour vous.

E. DUCLAUX,
De l'Institut.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Après la clôture. — Le déménagement se poursuit rapidement au Champ de Mars. Toutes les vitrines sont maintenant vides; un grand nombre même sont déjà enlevées. On continue activement le démontage des machines; mais cette opération demandera naturellement un temps encore assez long, surtout pour l'enlèvement des grosses pièces.

Le public continue à profiter, tous les jours, de la faculté qui lui est laissée d'entrer au Champ de Mars en donnant un ticket. Voici les chiffres des tickets perçus pendant ces derniers jours:

Entrées avec tickets

13 novembre	4.625
14 —	5.139
15 —	4.005
16 —	2.946
17 — (dimanche)	8.953
18 —	2.512
19 —	2.397

Bilan financier de l'Exposition. — Bien que n'étant pas définitivement arrêtés et apurés, les comptes de l'Exposition ont été déjà établis, et l'on connaît leur résultat. Voici quelques renseignements relatifs à la partie concernant les recettes et les dépenses.

On sait que, pour justifier l'émission des tickets, le Crédit Foncier de France a versé dans les caisses de l'Exposition une première somme de 18 000 000 de francs, puis une seconde de 3 500 000 francs, soit un versement total de 21 500 000 francs. A cette première catégorie de recettes, constituée déjà par les entrées de l'Exposition, est venu s'ajouter le produit des concessions accordées aux restaurateurs, limonadiers, débitants de toute sorte, marchands, etc.; puis certaines sommes, relativement légères, diversement produites. En dernier lieu, enfin, il faudra y joindre celles qui seront obtenues par la vente des matériaux des constructions dont la conservation ne sera pas autorisée.

On a donc pu récapituler ainsi ces diverses sommes:

Montant des versements du Crédit foncier	21 500.000
Concessions et recettes diverses, y compris le produit de 11 609 tickets du Trésor.	2.000.000
(Cette somme est presque en totalité rentrée.)	
Vente de matériaux (estimation)	1.000.000
Montant des subventions (Etat, 18 000 000; ville de Paris, 7 000 000)	25.000.000
Total général des recettes	49.500.000

En ce qui concerne les dépenses, on avait estimé, d'après les devis et plans, que l'Exposition coûterait une somme totale de 43 millions de francs. D'après toutes les prévisions, le total général n'excèdera pas 41 500 000 francs. Toutefois, il est bien entendu que ces chiffres ne sauraient être considérés comme définitifs, certains chapitres n'ayant pu encore être relevés dans leur détail et apurés.

Le bilan de l'Exposition s'établirait donc de la façon suivante:

Recettes	49.500.000
Dépenses	41.500.000
Soit avec un excédent de recettes de	8.000.000

Ce résultat, annoncé déjà à plusieurs reprises par M. Alphand, ne peut devenir inférieur. Les rectifications qui peuvent encore être apportées aux comptes sont seulement susceptibles d'augmenter cet excédent de recettes.

Il n'est pas moins intéressant de publier, en regard des chiffres que nous venons de donner, ceux de 1878 et de 1867.

En 1878, on avait obtenu les résultats suivants:

Recettes (chiffre rond)	23.685.200
Dépenses	55.390.000
Excédent de dépenses	31.704.800

Il est juste d'ajouter que, dans cette somme de 23 685 200 francs, la subvention de l'Etat n'était pas comprise.

En 1867, les résultats avaient été comparativement bien meilleurs. Il y avait eu:

Recettes	27.144.660
Dépenses	22.983.820
Excédent de dépenses	4.160.840

Les chiffres qui précèdent suffisent à montrer la grande supériorité de l'Exposition de 1889 au point de vue du résultat financier.

L'excédent des recettes ainsi réalisé, c'est-à-dire huit millions de francs environ, se divise en deux parts: la part des économies réalisées sur les dépenses, reliquat du capital de garantie, et la part formée par l'excédent des recettes.

La première de ces deux parts sera probablement versée dans les caisses du Trésor, en vertu des dispositions de la loi de finances du 6 juillet 1886 qui spécifie, en effet, que l'Etat bénéficiera du reliquat en cas de plus-value de recettes, comme, par une conséquence logique, il aurait supporté l'excédent de dépenses si celles-ci eussent été plus élevées.

Quant à la seconde part, elle sera vraisemblablement répartie entre l'Etat et la Ville de Paris, dans les proportions où l'Etat et la Ville ont coopéré à l'entreprise. Nous rappellerons que la subvention de l'Etat s'est élevée à 18 millions de francs, et celle de la Ville à 7 millions.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 21 octobre 1889.

Chimie. — 1° *Sur la synthèse simultanée de l'eau et de l'acide chlorhydrique.* Note de MM. P. HAUTEFEUILLE et J. MARGOTTET, présentée par M. Troost.

En présence du chlore et de l'oxyde de carbone, la séparation des éléments de la vapeur d'eau, sous l'action de la chaleur, détermine la formation de mélanges gazeux sur la composition desquels on ne possède encore qu'un petit nombre de données précises. MM. Hautefeuille et Margottet ont repris l'étude de la décomposition de l'eau dans ces conditions, en commençant par la synthèse de l'eau en présence du chlore, et en ont tiré les conclusions suivantes :

1° Si le volume de chlore est supérieur à la moitié de l'hydrogène contenu dans le gaz de la pile, le rapport $\frac{p-p'}{p'}$ des nombres d'équivalents d'eau et

d'acide chlorhydrique formés par la combustion est toujours plus petit que l'unité, et il diminue rapidement à mesure que la proportion de chlore augmente dans le mélange. Lorsque le volume de chlore est double de celui de l'hydrogène, la proportion d'eau déterminée par le passage de l'étincelle cesse d'être appréciable. On constate en effet, directement, que le poids de chlore resté libre est exactement la moitié du poids de ce gaz introduit dans l'eudiomètre.

2° Tout changement dans la proportion de chlore ajouté au gaz tonnant modifie la valeur de $\frac{p-p'}{p'}$ et

l'on peut obtenir, pour ce rapport, tous les nombres de 1 à 0, en faisant croître de $\frac{1}{2}$ à 2, le rapport des volumes de chlore et d'hydrogène dans le mélange initial. Il est donc impossible d'étendre aux mélanges contenant du chlore la loi énoncée par Bunsen à la suite de ses expériences sur la combustion des mélanges d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'oxygène; car le rapport entre l'eau et l'acide chlorhydrique formés dans la combustion ne varie pas brusquement avec l'addition progressive de chlore au gaz tonnant; l'accroissement continu de ce rapport exclut même l'existence d'un rapport simple entre les volumes des deux composés hydrogénés.

Dans la synthèse de l'acide chlorhydrique en présence de l'oxygène, les auteurs ont trouvé que le rapport $\frac{p-p'}{p'}$ des nombres d'équivalents d'eau et d'acide chlorhydrique formés par la combustion des mélanges obtenus en ajoutant de l'oxygène aux éléments de l'acide chlorhydrique, est toujours plus petit que l'unité, mais il ne varie que dans des limites très restreintes lorsque l'on fait croître le rapport des volumes de l'oxygène et de l'hydrogène de $\frac{1}{4}$ à 3.

2° *Sur l'existence du sulfate de phosphonium.* Note de M. A. BESSON, présentée par M. Troost.

Si l'on fait passer l'hydrogène phosphoré gazeux sec dans de l'acide sulfurique pur du commerce, maintenu à une température de (-20°) à (-25°) , il est absorbé en grande quantité en même temps que le liquide limpide devient sirupeux, au point de ne plus laisser passer le courant gazeux. Le produit de la réaction est alors assez stable pour être conservé, pourvu qu'on le maintienne à quelques degrés au-dessous de zéro. Si l'on décante le liquide sirupeux du tube dans lequel la réaction a été faite, on trouve au fond une masse solide blanche d'aspect cristallin très déliquescente à l'air, qui semble être le sulfate de phosphonium cristallisé.

Cette matière, projetée dans l'eau à la température ordinaire, se décompose avec un bruit strident et avec mise en liberté d'hydrogène phosphoré gazeux, sans réduction de l'acide sulfurique.

Si on laisse cette matière blanche prendre la température ordinaire, elle se décompose avec réduction de l'acide sulfurique et oxydation du phosphore.

Il semble donc bien s'être formé un sulfate de phosphonium défini, mais qui n'est stable qu'à basse température; il paraît d'ailleurs impossible de le séparer d'un excès d'acide sulfurique.

Il peut être additionné d'acide sulfurique légèrement refroidi, sans qu'il se décompose, et la liqueur électrolysée à -25° et -40° a donné lieu au boursofflement de l'électrode de mercure négative avec dégagement de bulles. Cela prouve que, si l'amalgame de phosphonium existe, il est très peu stable.

Agriculture. — *Recherches sur les relations qui existent entre les caractères physiques des plantes et la richesse du sol en éléments de fertilité.* Note de M. GEORGES VILLE.

Poursuivant ses études sur les relations qui existent entre les caractères physiques des plantes et la richesse du sol en éléments de fertilité, M. Ville montre à l'Académie, dans cette communication, que la composition de la terre traduit son influence par cinq caractères principaux : le facies, la taille, la couleur, la dose de la carotine et de la chlorophylle, et enfin le poids des récoltes. Le dosage de la carotine et de la chlorophylle ne pouvant se faire qu'au laboratoire, l'auteur en fait abstraction pour n'avoir égard qu'aux caractères extérieurs. Ce sont ceux que les agriculteurs peuvent saisir d'un seul regard, dont ils se serviront comme d'une sorte d'échelle pour définir leurs propres récoltes, comme si elles appartenaient à un champ d'expérience; c'est l'objet d'une planche jointe à cette note, et donnant la taille, les poids et les couleurs de récoltes faites sur du chanvre, dans des terrains de richesses différentes en matières fertilisantes.

2° *Sur le rôle de l'ammoniaque dans la nutrition des végétaux supérieurs.* Note de M. A. MUNTZ, présentée par M. Schlœsing.

On croyait primitivement que l'azote des matières organiques peut concourir directement à la nutrition des plantes. Plus tard, Boussingault a montré que c'est exclusivement sous la forme minérale que l'azote est utilisée; enfin, à une époque déjà éloignée, Kuhlmann, après avoir constaté les bons effets du nitrate de soude comme engrais, pensait que ce sel se transforme au préalable en ammoniaque au sein de la terre, sous des influences réductrices. On se trouve donc en présence d'un doute sur le véritable rôle de l'ammoniaque, et c'est pour lever ce doute que M. Muntz a institué une série d'expériences ayant pour but de résoudre la question suivante : les sels ammoniacaux peuvent-ils, sans transformation préalable au nitrate, servir d'aliments aux plantes ?

Il résulte des expériences décrites par l'auteur dans cette note, que les végétaux supérieurs peuvent absorber directement par leurs racines, l'azote ammoniacal, et que, par suite, la nitrification des engrais ammoniacaux n'est pas une condition indispensable de leur utilisation.

Mathématiques. — 1° *Sur les invariants d'une équation différentielle linéaire et homogène.* Note de M. MITTAG-LEFFLER, présentée par M. Hermite.

2° *Sur les surfaces dont le ds^2 est réductible de plusieurs manières à la forme de Liouville.* Note de M. G. KOENIGS.

Astronomie. — *Sur une méthode pour mesurer la flexion d'un cercle mural indépendamment de la lunette.* Note de M. PÉRIGAUD, présentée par M. Mouchez.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Juillet 1889.

Présidence de M. FRIEDEL.

M. MOURGUES rappelle au nom de M. GAUTIER et au sien, une communication antérieure sur les alcaloïdes de l'huile de foie de morue; il décrit deux nouvelles bases : l'asseline et la morrhaine, ainsi qu'un corps très particulier, l'acide morrhuaïque, corps à la fois acide et base. Ce corps décompose les carbonates et donne un chloro-platinate et des sels cristallisés; il appartient à la série pyridique.

M. MOURGUES a extrait du maqui (*Aristotelia maqui*) plusieurs matières colorantes amorphes dans la constitution desquelles le fer semble entrer. L'auteur continue ses recherches.

MM. AUGER et BÉRAL ont obtenu par l'action du chlorure de malonyl sur le zinc méthyle, de l'acétyl-acétone caractérisée par son sel de cuivre soluble dans le chloroforme. Avec le chlorure de malonyl, la benzine et le chlorure d'aluminium, ils ont obtenu du dibenzoylméthane.

De même, le chlorure d'éthylmalonyl leur a donné avec la benzine du dibenzoylpropane; ils ont obtenu en même temps, dans cette réaction, un acide donnant des sels rouges, dont ils poursuivent l'étude. Le métylène leur a donné du dixyloxypropane.

M. BOUTZOUREANO a employé la méthode d'Atkinson perfectionnée par Wurtz pour la préparation du glycol. Il a remarqué que, pour avoir un bon rendement, il fallait éviter d'introduire beaucoup d'eau. Au lieu de saponifier l'acétine du glycol par une solution bouillante de baryte, il emploie simplement

la baryte cristallisée, qu'il ajoute à l'acétine chauffée vers 125° . L'auteur obtient ainsi en glycol le cinquième du poids du bromure d'éthylène employé.

M. LE BEL rappelle que Henninger préparait le glycol, par la méthode au carbonate de soude, dans des appareils en fonte qui supportent les soubresauts; il obtenait ainsi 50 % du rendement théorique.

M. MAQUENNE, en essayant de reproduire le fucosol décrit par Stenhouse en 1850 et considéré par cet auteur comme un isomère du furfural, a obtenu un mélange de furfural bouillant à $165-163^{\circ}$, et d'un produit supérieur, moins abondant, passant à $185-187^{\circ}$, qui paraît être le méthylfurfural $C_6H_5O(CH_3)$. L'auteur se propose de poursuivre l'étude de ce dernier composé.

M. MEILLÈRE présente un résumé de ses recherches sur l'analyse immédiate des vératrines du commerce. La vératrine officinale serait un mélange de vératrine proprement dite ou vératrine α fusible à 205° , cristallisable dans l'alcool anhydre sous forme d'alcoolate défini, et de vératrine β ou asagraine, alcaloïde à sels cristallisables. Ces deux bases ont pour noyau commun la vérine base à sulfate cristallisé.

L'auteur présente les dérivés acétylé et benzoylé cristallisés, ainsi qu'une combinaison de vératrine et de paraldehyde.

M. LE BEL a entrepris l'étude des cristaux des chloroplatinates de toute la série des ammoniacs composées, dans le but de connaître l'influence exercée par la composition du corps sous la forme cristalline (1). On sait que le chloroplatinate d'ammonium est isomorphe avec celui de potassium, qui est régulier, et que cette régularité se poursuit sur trois sels voisins, à savoir : MP , M^4 et E^4 ; l'auteur a ajouté à la suite des sels octaédriques : ME^3 , EM^3 et M^3P . Les sels PE^3 et EPM^3 sortent de la forme cubique, mais n'ont pas encore été étudiés. Une série très remarquable est formée par les trois sels MP^2 , EP^2 et EPM^2 assez dissemblables cristallographiquement, mais présentant ce singulier caractère d'avoir des axes optiques presque confondus. Enfin les sels P^2 et P^3 ont des axes presque perpendiculaires. Les formes de tous les cristaux paraissent dériver d'une pyramide à base équilatérale, sur les sommets de laquelle seraient fixés les quatre hydrogènes de l'ammonium. Cependant au moins une autre forme est possible, d'après la méthode de groupement de M. GAUDIN; il est donc à prévoir que de même que les premiers sels sortent de la forme cubique, d'autres, contenant des radicaux très grands, sortent de la seconde forme fondamentale. On ne peut, jusqu'à présent, indiquer ces résultats que comme le résumé d'observations empiriques.

M. PATEIN, au cours de recherches faites en collaboration avec M. le Dr Plicque sur la composition des tumeurs, a vu que certains liquides contiennent une albumine présentant tous les caractères de la sérine, mais en différant par ce point capital qu'elle se dissout sous l'influence de traces d'acide acétique. La recherche et le dosage de cette substance doivent se faire par la coagulation à l'ébullition en présence d'acide azotique.

M. PADÉ a reconnu que l'évaluation du bicarbonate de soude dans le lait s'obtient en dosant l'alcalinité des cendres solubles du lait et l'acide phosphorique qu'elles contiennent, étant donné que les cendres solubles du lait ne contiennent que des traces d'acide phosphorique et d'alcalis.

M. FRIEDEL présente une note de M. A. de Schulten, sur les essais de production des phosphates et arsénates chlorés de zinc, ainsi qu'un mémoire de M. A. Rommier, sur la possibilité de communiquer le bouquet d'un vin de qualité à un vin commun en changeant la levure qui le fait fermenter.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel pratique de cristallographie. — Détermination des formes cristallines; figures dans le texte et six planches, par G. WYROUBOFF. — Gauthier Villars et fils, éditeurs. — Paris 1889. — Prix 12 francs.

(1) Pour simplifier on désignera le chloroplatinate par la première lettre de chaque radical. Ainsi le sel de méthyl-dipropylamine sera MP^2 .

Pour tous les articles non signés :
Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — *Electricité*. L'usine municipale d'électricité des Halles, p. 113 ; R. AUDRA. — *Travaux publics*. Bassin de radoub du port de Gênes (planche XVIII), p. 122 ; HENRI MAMY. — *Mécanique*. Installation des tramways à traction par câble sans fin, de San Francisco (suite et fin), p. 125 ; J. AUSCHER. — *Etudes et travaux parlementaires*. Chronique parlementaire, p. 127 ; G. BRESSON. — *Informations*. Nouveau tachéomètre, p. 128 ; A. DEBAINS. — Adjudications de fils et de poteaux télégraphiques, et de gomme pour les timbres-poste, p. 128. — Construction d'un pont métallique à la Guadeloupe, p. 128.

Exposition universelle de 1889. L'industrie du pétrole à l'Exposition de 1889

Planche XVIII : Bassin de radoub du port de Gênes. — Planche XIX : Exposition panoramique du pétrole au pont d'Iéna.

(planche XIX), p. 129 ; PH. DELAHAYE. — L'exposition des chemins de fer. Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62 (suite et fin), p. 144 ; M. COSSMANN. — Congrès et conférences de l'Exposition : Congrès de mécanique appliquée, p. 147. — Chronique de l'Exposition, p. 147.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séances des 4 et 18 octobre 1889, p. 148. — Académie des Sciences, séance du 28 octobre 1889, p. 148 ; G. PETIT. — Société chimique de Paris (novembre 1889), p. 148.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 148.

ÉLECTRICITÉ

L'USINE MUNICIPALE D'ÉLECTRICITÉ DES HALLES

« Il n'y a qu'une chose que je reconnaisse comme plus nécessaire que l'électricité actuellement, c'est l'eau ! »

En prononçant ces paroles à la tribune du Conseil municipal, lors de la discussion que nous rappelons plus loin, M. Lyon-Alemand dépassait sans doute un peu le but de sa pensée, mais il n'en est pas moins certain qu'il se faisait ainsi l'interprète d'un sentiment de plus en plus populaire. Cet entraînement du goût public, sans précédent dans les fastes de la science, est-il dû tout entier aux qualités

I
De nombreux essais avaient déjà été faits d'éclairage électrique public. Nous rappellerons ceux de l'avenue de l'Opéra (1878), de la Bastille et d'un pavillon des Halles (1879), de la place du Carrousel et du Louvre, du parc Monceau et du parc des Buttes-Chaumont, ces derniers durant encore. Aussi, en présence des nouvelles découvertes qui semblaient devoir enfin rendre pratique un mode d'éclairage qui jusque-là n'avait été que luxueux et quelque peu éblouissant, et dont l'application venait d'être faite à l'Hôtel de Ville même, l'Administration pensa que le moment était venu de faire un essai plus complet : le 4 novembre 1887 elle présentait l'avant-projet d'une usine à établir dans les sous-sols des Halles et destinée à éclairer :

1° Tous les pavillons des Halles et leurs sous-sols ; 2° Les rues

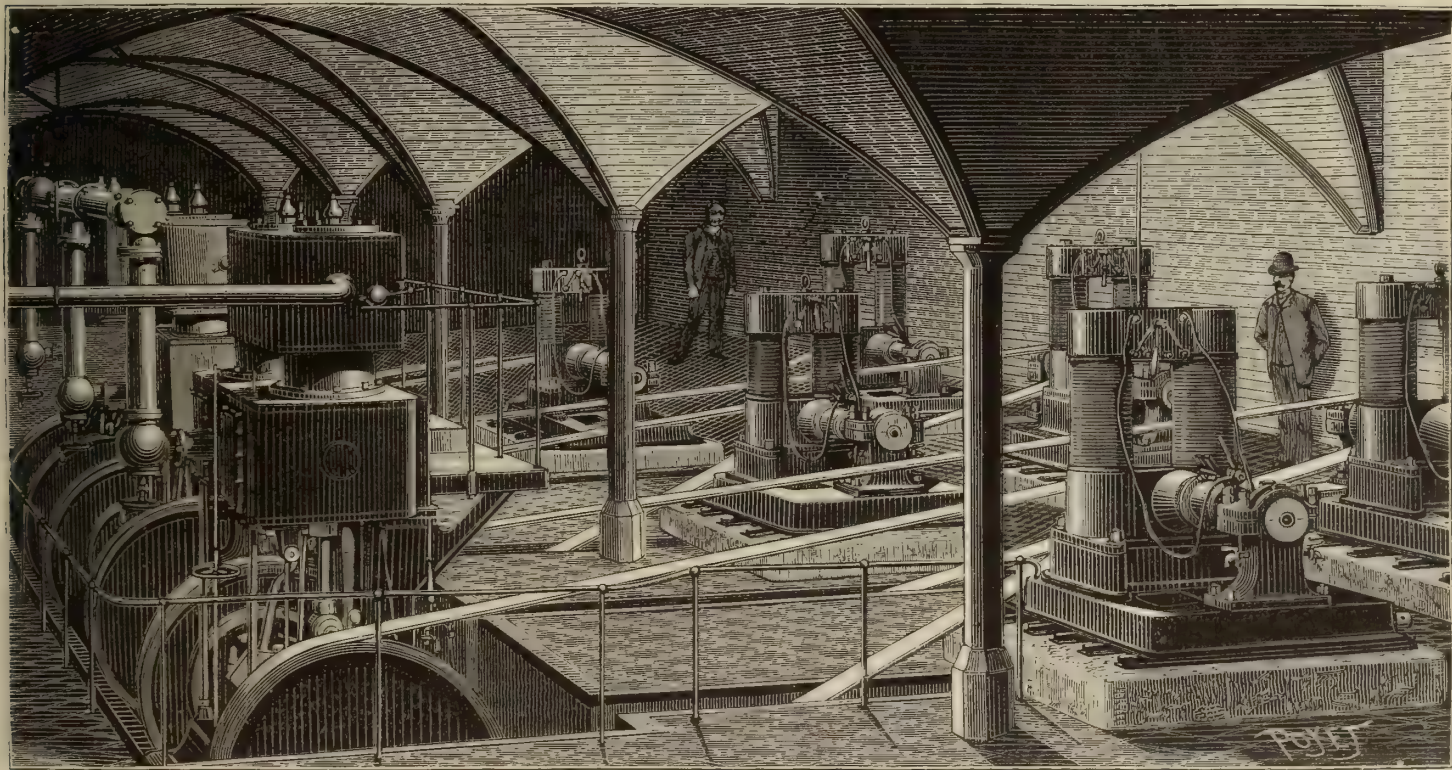


FIG. 4. — Usine municipale d'électricité des Halles. — Installation Weyher et Richemond et Edison.

reconnues de la nouvelle lumière ? Ne s'y mêle-t-il pas inconsciemment l'attrait de l'inconnu et du pas compris ? C'est ce que prouveront les expériences qui se tentent aujourd'hui dans la plupart des quartiers de Paris. Des Compagnies se sont formées, consacrant des capitaux considérables à cet essai, et nos rues bouleversées disent que bientôt l'électricité sera à notre porte, à l'égal de l'eau et du gaz.

Il y avait là une occasion tout indiquée d'appliquer une idée souvent caressée par le Conseil municipal, l'exploitation directe par la Ville d'un service public : il n'a eu garde de la manquer et a décidé la création d'un réseau municipal, avec une station centrale dans les sous-sols des Halles.

C'est cette installation que nous nous proposons de décrire, après en avoir indiqué sommairement l'histoire.

Berger, Pierre-Lescot et de Rambuteau (partie entourant les pavillons) ; le carrefour Saint-Eustache, la rue Baltard et la partie de la rue des Halles où se tient le carreau ; 3° La place de l'Hôtel-de-Ville, l'avenue Victoria, le square de la Tour-Saint-Jacques, les parties de la rue Saint-Martin et du boulevard Sébastopol qui longent ce jardin, la place du Châtelet et la rue Saint-Denis jusqu'à la rue de Rivoli.

La dépense de premier établissement était évaluée à 830 000 francs, celle de l'éclairage à 186 000 francs par an.

Il n'était question, on le voit, que d'éclairage public : les auteurs du projet ne voulaient en effet constituer qu'une sorte d'usine modèle, de grand laboratoire pratique, qui permit à la Ville de se faire une juste idée tant des perfectionnements à imposer aux Compagnies privées que des redevances à leur faire supporter.

Cela ne répondait nullement à la pensée du Conseil, qui avait toujours nourri l'idée d'une exploitation réelle.

D'ailleurs, la fin de la campagne de 1887 avait été employée à l'examen, en Commissions spéciales, d'un cahier des charges à imposer aux demandeurs de concessions de canalisations électriques sous la voie publique. Ces Commissions, à la fois administratives, techniques et municipales, avaient naturellement compté dans leur sein les membres les plus compétents du Conseil, et ceux-ci avaient d'un coup d'œil jugé le parti à tirer de la position nouvelle que leur offrait la question pour reprendre la lutte contre un monopole qui avait jusque-là victorieusement résisté à tous les assauts.

L'occasion se présenta dans la discussion du budget de 1888 : le 30 décembre 1887, était voté un crédit de 1 million « affecté à la création d'un service municipal d'électricité établi en vue de la *fourniture de la lumière électrique à la consommation privée*. »

Le mot était prononcé, la chose devait suivre de près : M. Lyon-Alemand en aborda la réalisation dans un remarquable rapport du 24 février 1888.

Après avoir rappelé que l'étude de la réglementation d'un service public aussi important que celui de l'électricité faisait ressortir trois solutions bien distinctes : le monopole, la liberté, l'exploitation exclusive par la Ville ; après avoir discuté les deux premières et montré l'impossibilité de s'arrêter aujourd'hui à la dernière (un avant-projet spécial demandé aux Ingénieurs du service de l'éclairage évaluait la dépense à 500 millions), le rapporteur ajoutait :

« Il était nécessaire de trouver un système mixte, donnant immédiatement aux Parisiens la lumière électrique qu'ils réclament, ne compromettant pas l'avenir et mettant pour le présent les consom-

ART. 4. — Les tarifs de vente d'électricité du réseau municipal seront établis par le Conseil municipal, sur les propositions de l'Administration.

ART. 5. — L'Administration est autorisée à employer les égouts pour la pose des câbles du service municipal.

En conformité de cette délibération, un projet définitif fut dressé par les Ingénieurs du service de l'éclairage. Présenté le 19 mai et rapporté par M. Lyon-Alemand le 23 juillet, il fut adopté en séance publique le 27 juillet 1888 par la délibération suivante :

ARTICLE PREMIER. — Est approuvé, sauf les modifications indiquées dans le présent rapport (1), le projet dressé par les Ingénieurs du service de l'éclairage pour l'établissement, dans les sous-sols des Halles, d'une usine centrale d'électricité pour l'éclairage intérieur de cet établissement ainsi que pour l'installation de canalisations destinées à l'éclairage privé, dont la dépense est évaluée à un million de francs.

ART. 2. — Cette dépense sera imputée sur le crédit inscrit au chapitre 16, art. 18, du budget de l'exercice 1888.

La partie du crédit qui n'aura pu être employée en 1888 sera transportée en 1889.

ART. 3. — L'Administration est autorisée à ouvrir des concours portant sur les diverses natures d'ouvrages à exécuter, savoir :

- 1° Les générateurs à vapeur ;
- 2° Les machines motrices ;
- 3° Les machines dynamo-électriques ;
- 4° Les appareils d'éclairage public ;
- 5° Les câbles conducteurs.

L'examen des propositions soumises à l'Administration sera confié à une Commission spéciale désignée à cet effet par arrêté préfectoral.

ART. 4. — L'usine municipale d'électricité aura une comptabilité spéciale. On inscrira en recette la totalité des produits de l'exploitation, y compris

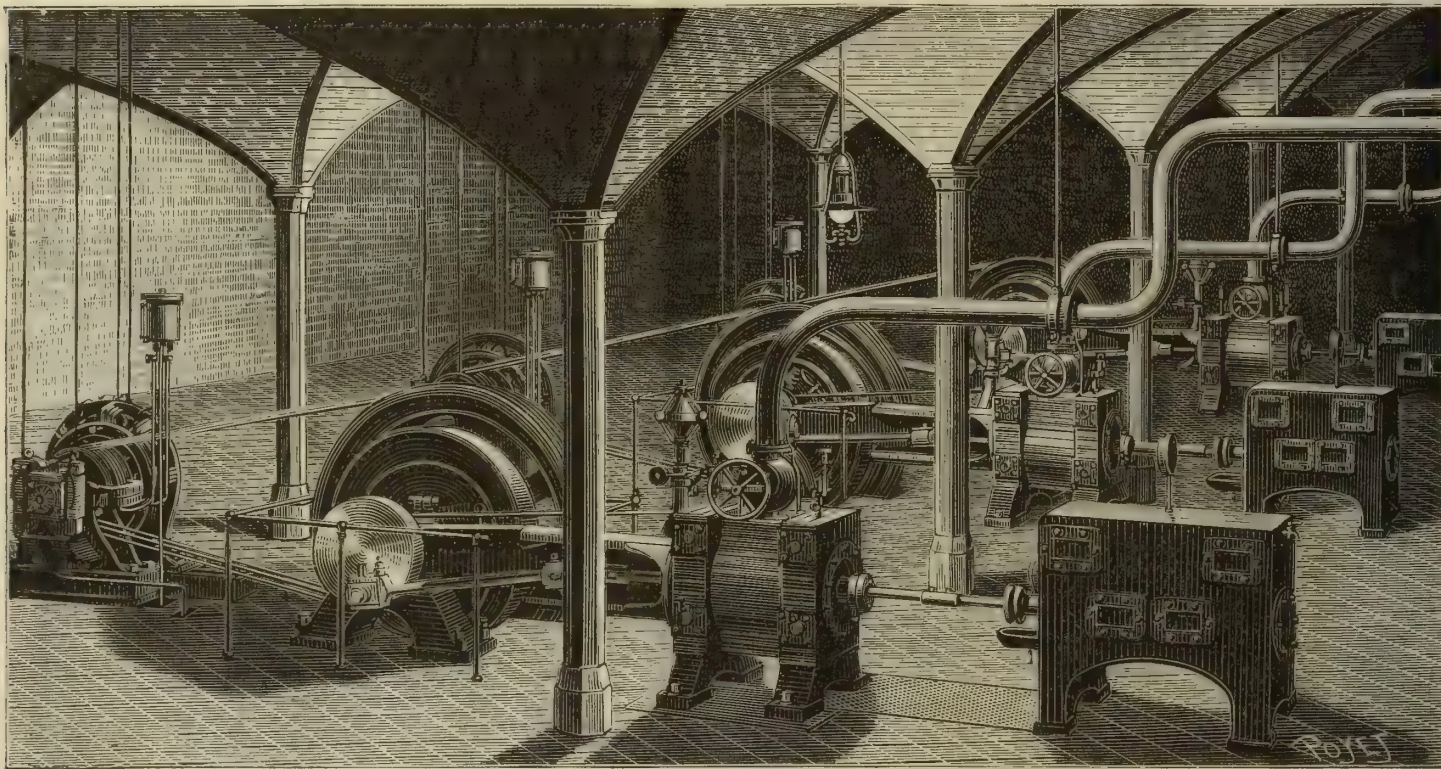


FIG. 2. — Usine municipale d'électricité des Halles. — Installation Lecouteux et Garner et Ferranti.

mateurs à l'abri de trop lourdes exigences de la part des Sociétés. Il était nécessaire également d'amorcer le service public qui, dans un délai relativement bref, dix-huit ans au plus, est destiné, aux yeux du plus grand nombre de nos collègues, à remplacer entièrement le système des concessions particulières. A cette époque, les expériences seront faites, la consommation aura augmenté, et une dépense, fût-elle de 500 millions, n'effrayera pas nos successeurs, parce qu'elle sera sûrement rémunératrice. »

La discussion fut longue, et l'Administration lutta vivement afin que l'usine projetée fût en partie consacrée à l'éclairage du carreau des Halles. Mais l'opinion du Conseil était à peu près arrêtée dès l'origine, et, le 31 mars, il prenait la délibération suivante :

ARTICLE PREMIER. — L'Administration est invitée à présenter, dans le plus bref délai, un nouveau projet d'usine sous les Halles, destinée à fournir l'électricité aux particuliers.

Un dixième ou, au plus, un huitième de la force motrice pourra être employé à l'éclairage des Halles et à des essais d'éclairage de la voie publique.

ART. 2. — Le réseau municipal devant être un essai de service privé aussi bien qu'un essai d'éclairage public, devra s'étendre jusqu'aux grands boulevards.

ART. 3. — La Ville n'interviendra pas dans l'installation intérieure des usines.

l'électricité livrée à la Ville et qui sera calculée au prix de 0 fr. 10 c. les 100 watts-heures, c'est-à-dire un tiers meilleur marché que le tarif des particuliers.

ART. 5. — Le tarif est fixé à 0 fr. 15 c. les 100 watts-heures ; il pourra être changé ultérieurement par délibération spéciale du Conseil municipal.

Telles sont, brièvement résumées, les origines des installations qu'il nous reste à décrire, sans plus nous occuper des fréquentes discussions auxquelles elles ont donné lieu depuis, et qui n'ont porté que sur de simples questions de forme.

Nous aborderons immédiatement l'examen des dispositions générales du projet pour passer ensuite à leur réalisation pratique.

II

L'emplacement de l'usine municipale d'électricité avait, dès l'origine du projet, été fixé dans les sous-sols des Halles (2). Le pavillon n° 3 (boucherie, à l'angle des rues Rambuteau et Vauvilliers) paraissait tout naturellement désigné, tant par la plus facile disponibilité des lieux que par les commodités qu'offrait sa situation aux manutentions nécessaires à l'exploitation. Les protestations inévitables de quelques commissionnaires ne furent pas jugées recevables par les services compétents, et l'emprise fut même étendue sous le passage

(1) Ces modifications consistent principalement dans le tracé du réseau à haute tension.

(2) Rapport de M. Lyon-Alemand du 23 juillet 1888 et pièces annexes.

qui sépare les pavillons 3 et 4 (fig. 4). Nous ne nous arrêtons pas sur l'appropriation des lieux, qui n'ont eu à subir que des transformations de détail.

Le crédit alloué pour frais de premier établissement s'élevait à un million et permettait ainsi la création d'une usine de 840 chevaux environ. Or la délibération de principe du 31 mars que nous avons

de machines; mais on verra plus loin que des modifications importantes y ont été apportées en cours d'exécution, qui ont eu pour résultat une unification précieuse des courants à basse tension, et qui ont permis de se conformer beaucoup plus strictement au désir du Conseil municipal en ce qui concerne le rapport des éclairages public et particulier.

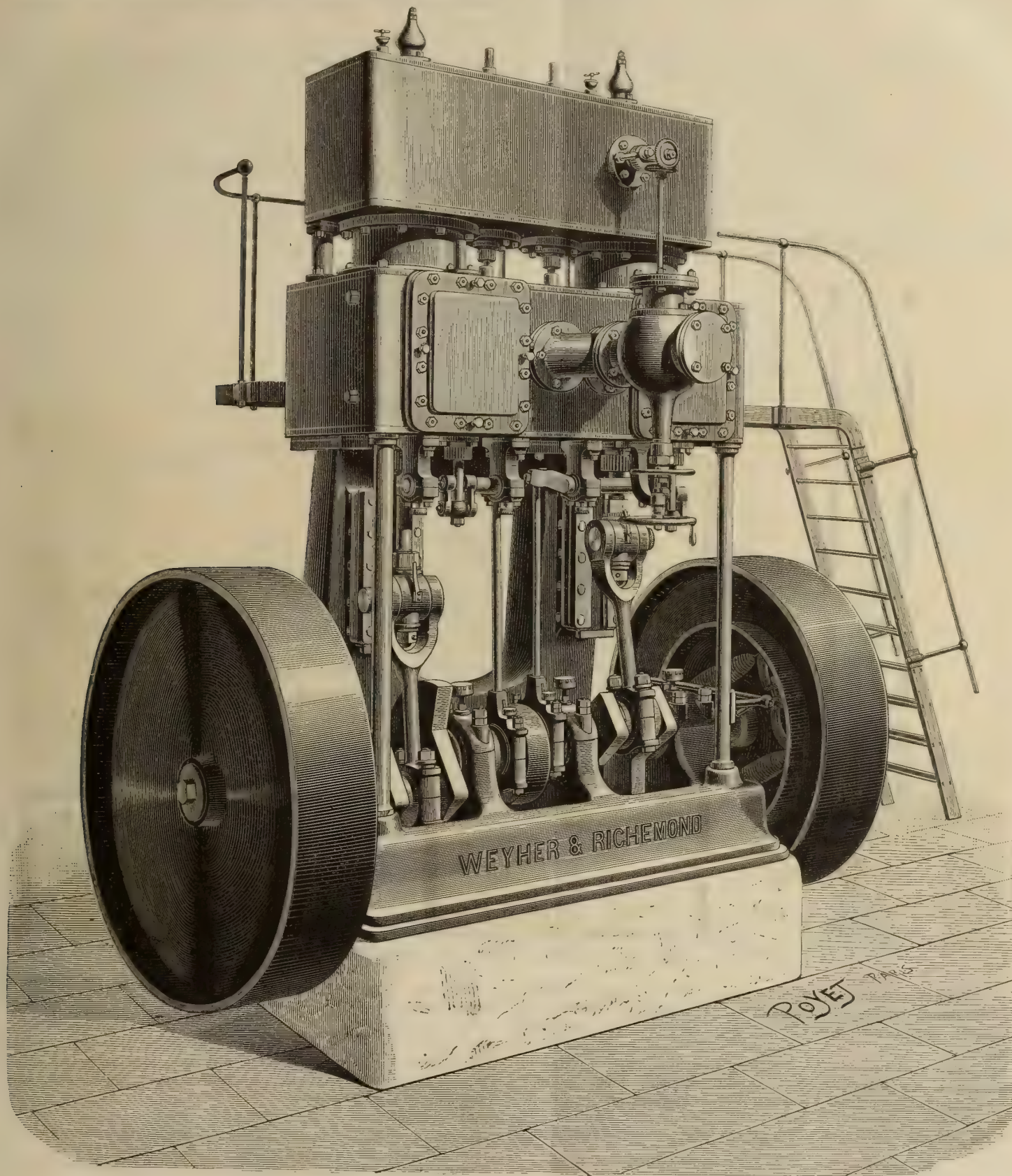


FIG. 3. — Machine à vapeur Weyher et Richemond.

reproduite ci-dessus laissait subsister une partie du projet primitif de l'administration (éclairage des Halles et des rues avoisinantes) en y ajoutant une canalisation s'étendant jusqu'aux grands boulevards. C'était créer trois réseaux, dont les deux premiers, ne dépassant pas un rayon de 650 mètres, pouvaient être montés à basse tension, et dont le troisième, au contraire, devait présenter tout l'intérêt d'une nouvelle application des courants à haute tension et de la mise en service public de transformateurs.

Nous donnons ci-après l'économie générale du projet approuvé qui a servi de base à la rédaction des cahiers des charges des fournitures

Ce projet comportait l'installation de six groupes de 140 chevaux ainsi répartis :

Groupe 1. — Éclairage des Halles (lampes à incandescence dans les sous-sols, lampes à arc dans les pavillons).

Groupe 2. — Réseau extérieur à basse tension (rues des Halles, du Pont-Neuf et de Rivoli côté pair entre la rue du Pont-Neuf et la rue Saint-Denis).

Groupes 3 et 4. — Réseau à haute tension (rues Coquillière et des Petits-Champs, avenue de l'Opéra, etc., jusqu'à une distance d'environ 2 000 mètres).

Groupe 5. — Secours ou rechange des groupes 1 et 2.

Groupe 6. — Secours ou rechange des groupes 3 et 4.

Cette affectation des deux derniers groupes était imposée par les prescriptions de la Commission municipale des théâtres qui exige

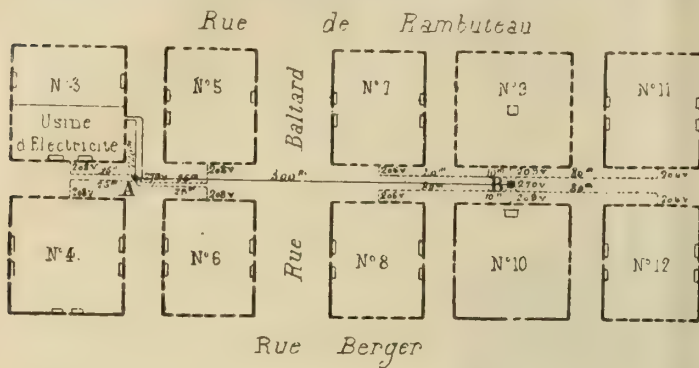


FIG. 4. — Plan des Halles. Câbles principaux.

la réserve d'un tiers des machines destinées à tout service public. Chaque groupe comporte ses dynamos et un moteur à vapeur pour

tembre 1888 et chargées d'examiner les projets des divers constructeurs appelés à prendre part à un concours restreint.

Des cahiers des charges avaient été spécialement dressés pour chacune des fournitures.

A la suite d'un examen approfondi des diverses soumissions, ces Commissions rédigèrent des conclusions qui furent adoptées par le Conseil municipal le 29 décembre 1888 et que résume la délibération suivante :

LE CONSEIL,

Vu le mémoire de M. le Préfet de la Seine, en date du 12 décembre 1888, proposant l'adoption des conclusions des Commissions chargées de juger les concours relatifs à l'établissement d'une usine municipale d'électricité;

Vu le rapport du Directeur des travaux,

Délibère :

ARTICLE PREMIER. — Sont approuvées les soumissions :

1° De MM. Belleville et C^{ie}, en date du 26 octobre 1888, pour les générateurs à vapeur, au prix de 74 500 francs ;

2° De M. Weyher, en date du 28 novembre 1888, pour trois machines à vapeur, à triple expansion, de 140 chevaux, au prix de 96 000 francs, plus 4 000 francs pour la pompe ;

3° De MM. Lecouteux et Garnier, en date du 28 novembre 1888, ainsi que

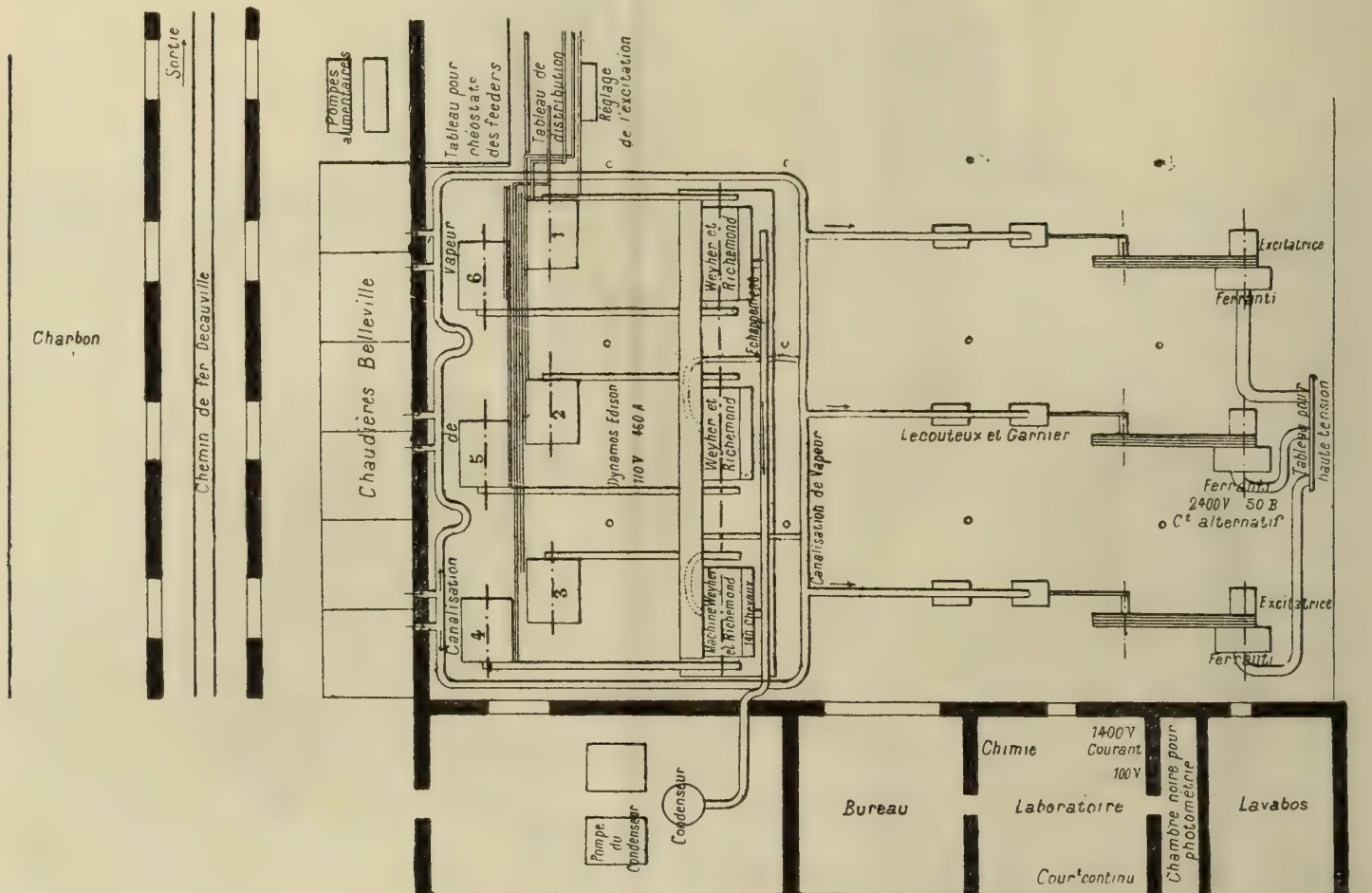


FIG. 5. — Plan général de l'usine municipale d'électricité installée dans le sous-sol des Halles.

vant fonctionner isolément. Quant aux générateurs, au nombre de six, ils alimentent un collecteur général ; la condition imposée était de pouvoir vaporiser à l'heure 10 000 kilogr. de vapeur complètement sèche.

La choix des machines était tout particulièrement important pour une usine-type et un essai de ce genre. Aussi fut-il confié à des Commissions spéciales (1) constituées par arrêté préfectoral en date du 25 sep-

(1) La première Commission, dite des chaudières et des machines à vapeur, se composait de :

Président : M. Huet, sous-directeur des travaux de Paris ; — Membres : MM. Deligny, Guichard, Lyon-Alemand, Champoudry, conseillers municipaux ; Allard, directeur de la voie publique et des promenades ; Humblot et Bechmann, Ingénieurs en chef du service des eaux ; Hirsch, professeur à l'École des Ponts et chaussées ; Michel Lévy, Ingénieur en chef des Mines ; Meke, Inspecteur des machines ; — Secrétaire : M. Meyer, Ingénieur des Ponts et chaussées, chargé de l'usine.

La deuxième Commission, dite des machines électriques, se composait de : Président : M. Allard, directeur de la voie publique et des promenades. — Membres : MM. Sauton, Lyon-Alemand, Vaillant, conseillers municipaux ; Mascart, membre de l'Institut ; Potier, professeur à l'École Polytechnique ; Caël, directeur-ingénieur aux Postes et télégraphes ; Carpentier, vice-président de la Société des Électriciens ; — Secrétaire : M. Meyer, Ingénieur des Ponts et chaussées, chargé de l'usine.

le devis annexé pour trois machines monocylindriques de 170 chevaux, au prix de 76 500, plus 2 700 francs pour la pompe ;

4° De la Compagnie Continentale Edison, en date du 4 décembre 1888, pour six dynamos à courants continus et leurs accessoires, au prix de 43 665 francs ;

5° De M. O. Patin, garanti par l'engagement annexé et dûment légalisé de MM. Ferranti et consorts, ainsi que le devis qui y est joint, le tout en date du 1^{er} décembre 1888, pour trois dynamos à courants alternatifs de 113 000 watts, au prix de 96 050 francs.

ART. 2. etc...

Quant au surplus de l'installation, canalisation et appareils d'éclairage des Halles, les projets n'en ont été établis que postérieurement et nous nous réservons d'en donner les détails dans la troisième partie de cet exposé.

III

Nous avons maintenant à examiner plus particulièrement, l'outillage et la disposition de l'usine. Nous passerons donc successivement en revue : 1° les générateurs ; 2° les moteurs à vapeur ; 3° les machines dynamo-électriques ; 4° le plan général des circuits ; 5° les câbles et canalisations ; 6° les appareils d'éclairage public et les installations accessoires de l'usine.

1° Générateurs. — Les générateurs fournis par MM. Belleville et C^{ie} sont au nombre de six et peuvent vaporiser et fournir ensemble

10000 kilogr. de vapeur sèche par heure. Ils sont du dernier modèle créé par cette maison et dont les premiers spécimens ont figuré à l'Exposition de 1889.

Chaque appareil a une surface de grille de 2^m84 et une surface de chauffe de 72^m90.

La fourniture comprend également deux chevaux alimentaires pouvant débiter chacun 10 000 litres d'eau à l'heure, et deux régulateurs détenteurs de vapeur.

Les figures 4 et 5 indiquent la disposition générale de l'usine. On voit que tout ce qui concerne la production de vapeur, chambre des chaudières, parc à charbon, etc., a été relégué dans les travées de la voie qui sépare le pavillon 3 du pavillon 4. Cette disposition, qui présente le grand avantage d'abaisser notablement la température et d'éviter la manutention des charbons dans le voisinage des dynamos, a permis en outre de consacrer entièrement aux moteurs et aux générateurs d'électricité le sous-sol du pavillon 3, soit un espace de 30 mètres $\times$ 54 mètres partagé par des colonnes métalliques en 45 cases de 6 mètres $\times$ 6 mètres.

Cet espace permettra de doubler, et au delà, la puissance de l'usine quand le Conseil municipal aura, comme il est dès à présent

2^o Moteurs à vapeur. — a) Les machines Lecouteux et Garnier sont, avons-nous dit, au nombre de trois.

On sait que ces constructeurs ont à peu près conservé le type Corliss de 1868, sans toujours suivre l'inventeur dans les diverses transformations qu'il a fait subir à son œuvre, mais en y apportant certains perfectionnements personnels assez importants dans le mode d'assemblage des parties constituant le cylindre à vapeur et dans plusieurs pièces de la distribution, et que nous nous contenterons de signaler sommairement.

Le cylindre est composé de trois pièces: une enveloppe en deux parties et une chemise intérieure. Chaque partie de l'enveloppe renferme une boîte circulaire pour l'admission et une pour l'échappement. Leur réunion se fait au centre par deux brides tournées, rodées l'une sur l'autre après emmanchement à chaud de la chemise intérieure. Cette disposition offre les avantages suivants: difficultés de fonderie supprimées, réduction considérable des espaces morts, conditions de sécurité notablement améliorées, facilités de réparation.

Pour la distribution, les grands ressorts plats de Corliss ont été conservés, mais le régulateur agit directement sur les tiroirs d'admission et permet l'admission de la vapeur jusqu'aux $\frac{8}{10}$ de la course du

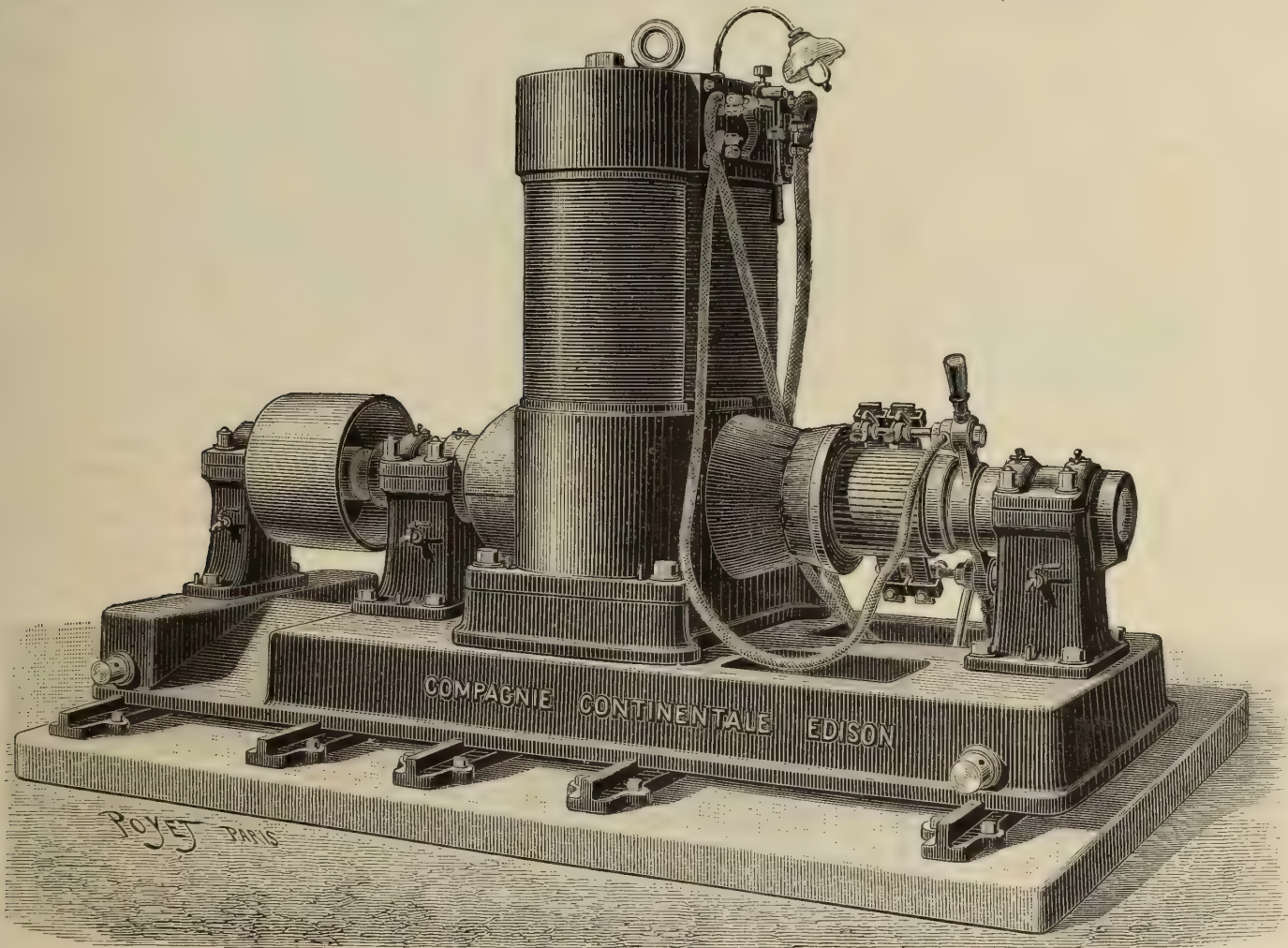


Fig. 6. — Dynamo Edison.

probable pour la campagne prochaine, consacré un second million à cette extension.

De même, les générateurs n'occupent ainsi qu'une faible partie de la place qui leur est impartie; on pourrait au besoin les quadrupler.

La cheminée a été construite dans l'angle intérieur du pavillon n° 6; elle repose sur un solide massif en maçonnerie de meulière de 5 mètres de hauteur. Les dimensions en sont les suivantes:

Hauteur au-dessus du sol	40 ^m 00
— — du sous-sol	43 ^m 34
Diamètre intérieur à la base	3 ^m 00
— — au sommet	1 ^m 80

Les carreaux ont 56 mètres de longueur, 2^m50 de largeur et 2^m25 de hauteur sous clef avec 0^m75 de flèche.

Dans la salle des machines est disposé un appel de ventilation. Autour de la cheminée est ménagée une gaine en briques débouchant au-dessus de la toiture du pavillon et servant à l'aération de la chambre des générateurs.

Les travaux intérieurs d'installation, comprenant notamment la clôture de l'espace consacré à l'usine, les massifs de fondation des diverses machines, la cheminée, etc., ont été adjugés à M. Ravel, au prix de 66 720 francs.

piston, tandis que dans le type primitif cette introduction était limitée à $\frac{1}{3}$.

Le graissage est fait à l'huile minérale, au compte-gouttes.

Les machines tournent à 180 tours, actionnant directement par cordes en coton les dynamos Ferranti à 500 tours.

b) Les machines de MM. Weyher et Richemond (fig. 3), dont la réputation n'est plus à faire, sont du type vertical à pilon, du système à triple expansion et à condensation.

Pas plus que pour les précédentes, nous ne reviendrons sur une description bien connue, autrement que pour en rappeler le principe: la vapeur, à la pression de 10 kilogr., agit dans un petit cylindre pendant la moitié de la course, se rend de là dans un deuxième, plus grand, où elle continue à se détendre, et enfin dans deux grands cylindres à basse pression où s'achève l'extension; le rapport du volume introduit au volume échappé est de $\frac{1}{12}$.

Les tiroirs des deux premiers cylindres sont cylindriques, munis de segments et complètement équilibrés; ceux des grands cylindres sont plans et à doubles orifices.

Les cylindres sont à enveloppe avec circulation de vapeur et munis de soupapes à ressort pour éviter les accidents produits par l'eau entraînée dans les conduites.

L'arbre moteur porte à chaque extrémité une poulie-volant qui reçoit la courroie de commande de la dynamo; l'un de ces volants contient le régulateur de vitesse, composé de deux masses en fonte réunies par des ressorts en spirale d'acier dont l'écartement, plus ou moins grand sous l'influence de la force centrifuge, détermine le mouvement d'une tige verticale qui actionne une valve placée dans le canal d'arrivée de vapeur.

Ces moteurs marchent à 160 tours, actionnant directement les dynamos Edison à 600 tours.

3° Machines dynamo-électriques. — La Commission de concours des machines dynamo-électriques, après une minutieuse étude des exigences diverses des réseaux à basse et haute tension, crut devoir, comme nous l'avons dit, choisir deux types bien distincts de machines: la fourniture des courants continus, à basse tension, fut demandée à la Compagnie Continentale Edison; celle des courants alternatifs, à haute tension, à M. O. Patin, concessionnaire en France des brevets Ferranti.

a) Les dynamos Edison (fig. 6), sont au nombre de six et ont été montées en vue de l'emploi du système de distribution dit à trois fils, dont nous allons rappeler le principe.

Soient M_1 et M_2 (fig. 7), deux groupes de machines montées en quantité, alimentant chacun un groupe de lampes en dérivation sur les circuits aac_1c_1 et c_2c_2bb . Concevons qu'on confonde les conducteurs $c_1c_1c_2c_2$ de façon à former un ensemble $aaccbb$: cela revient à associer les deux groupes en tension, et les lampes se trouveront en dérivation, partie entre le fil (+) et le fil intermédiaire cc , partie entre celui-ci et le fil (—). On voit de suite que si les charges des deux groupes M_1 et M_2 sont égales, ce fil cc ne sera parcouru par aucun courant: il sera neutre. Si les charges sont différentes, un courant le traversera, mais toujours beaucoup moins intense que celui qui traverse les fils extrêmes. Sa section pourra donc être notablement réduite: en pratique, elle est la moitié de celle de ces derniers.

On arrive donc ainsi à substituer un seul conducteur à deux autres de section double, soit une économie de $\frac{3}{8}$.

Nous avons vu le projet primitif partager les dynamos en groupes de destination: cette disposition n'a pas subsisté dans la pratique.

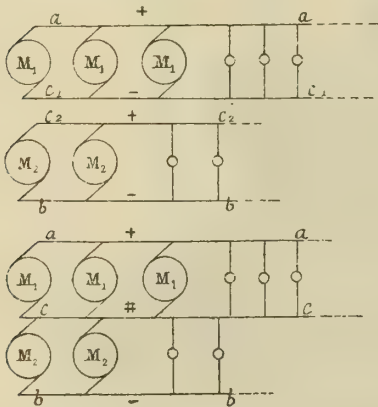


Fig. 7. — Schéma du système de distribution à trois fils.

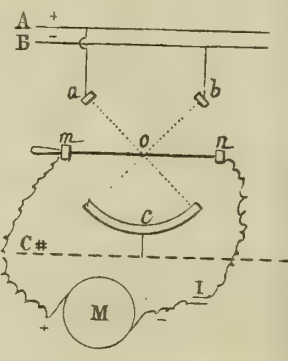


Fig. 8. — Mécanisme du commutateur inverseur.

Les six machines jouent toutes le même rôle en concourant également à l'action commune. Elles aboutissent indifféremment à trois barres (les trois fils dont nous venons de parler), et c'est le tableau de distribution seul qui est chargé de répartir le courant dans les circuits.

Il fallait donc pouvoir associer à volonté en tension ou en quantité chaque appareil avec ses voisins: c'est le rôle du *commutateur inverseur* dont le croquis ci-joint (fig. 8) indique le mécanisme. Les barres sont en A (+), B (—) et C (neutre #), et sont reliées à trois touches a, b et c . Autour d'un axe O tourne une tige à manette L, munie elle-même de deux touches m et n , et qui peut ainsi occuper trois positions: celle de la figure, où aucun courant ne passe; la direction bo , fermant le courant entre B (—) et C (#); ou enfin ao , entre A (+) et C (#).

On peut donc introduire la dynamo dans l'un ou l'autre des deux systèmes assemblés en tension (M_1 et M_2 du schéma précédent).

Chaque machine est munie d'un appareil semblable, et ces six inverseurs sont réunis sur un bâti portant les trois barres (en réalité le plan des commutateurs est perpendiculaire à celui des barres et non parallèle comme il est indiqué pour l'intelligence de la figure).

Le même bâti porte, en outre, à sa partie inférieure, les six rhéostats de champ des dynamos et leur appareil de manœuvre, dont le schéma ci-joint (fig. 9) indique l'ingénieuse disposition.

Chacun des rhéostats R est commandé à volonté par l'un des deux volants-manivelles a_1 ou b_1 . Ces volants, fous sur les arbres A et B, peuvent aussi être embrayés avec eux de façon à obtenir des mouvements solidaires entre les rhéostats des machines d'un même groupe en quantité

Supposons, par exemple, que les dynamos 1, 2, 4, 6, d'une part, et 3, 5, de l'autre, soient associées en quantité, ces deux groupes

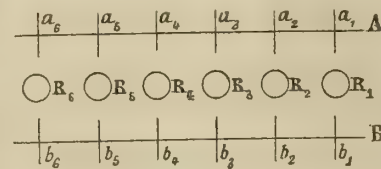


Fig. 9. — Schéma de la manœuvre des rhéostats de champ.

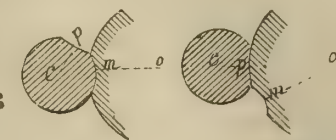


Fig. 10. — Enclenchement de l'inverseur avec le commutateur d'excitation.

étant réunis en tension. On embrayera $a_1 a_2 a_4 a_6$ sur A et $b_3 b_5$ sur B, et l'on n'aura qu'à agir sur les arbres. Si une machine est hors circuit, on laissera fous les volants correspondants.

Les inducteurs sont d'ailleurs reliés à des commutateurs spéciaux, sur le rôle desquels nous devons nous arrêter.

Il résulte de ce que nous avons dit ci-dessus, qu'une dynamo doit être mise en connexion, ou que la connexion doit être interrompue, avec un circuit déjà parcouru par un courant de 115 volts. Il importait donc: 1° de faire nécessairement précéder la fermeture de l'induit par celle de l'inducteur; 2° d'opérer la fermeture de l'induit au moment où la tension de la machine atteint celle du courant — et inversement.

A cet effet, la touche m de la tige à manette du commutateur-inverseur (fig. 8) présente (fig. 10) une échancrure dans laquelle pénètre un disque C, qui commande le commutateur de champ, disque portant lui-même une échancrure analogue. Pour fermer l'induit (ouvert dans la position de gauche), il faut d'abord fermer l'inducteur en amenant son commutateur dans la position de droite, et de même il faut rompre le courant inducteur avant de rompre l'induit. Cette disposition de sûreté très simple est due à M. Ebel.

Supposons donc qu'il s'agisse d'ajouter une dynamo dans le circuit général: on ferme le circuit d'excitation, on agit sur le levier mn , et quand le voltmètre différentiel, que nous verrons plus loin monté sur le tableau de distribution, indique dans la machine une tension égale à celle du réseau, on ferme l'interrupteur I de la machine.

Au contraire, s'agit-il de mettre la dynamo hors du circuit? On manœuvre le rhéostat de champ jusqu'à ce que l'ampère-mètre placé sur le bâti arrive au voisinage de O, on ouvre l'interrupteur I, puis le levier mn , et on coupe le champ quelques instants après.

De là, les barres se rendent directement au tableau de distribution (fig. 11), d'où partent 7 feeders, dont nous verrons plus loin les destinations particulières.

En A, B, C, sont les barres. Les trois fils de chaque feeder partent

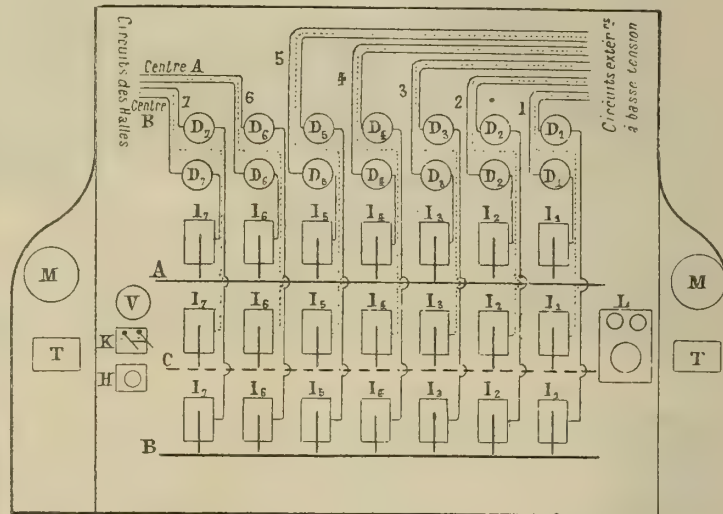


Fig. 11. — Disposition générale du tableau de distribution Edison.

de trois interrupteurs à verrou $I_1 I_1 I_1, I_2 I_2 I_2$, etc., par lesquels ils peuvent être mis en connexion avec le circuit. En V est le voltmètre à double enroulement, dont nous venons de parler, avec, en K et H, un inverseur et un commutateur disposés de telle sorte qu'un seul appareil puisse servir à toutes vérifications voulues.

$D_1 D_1, D_2 D_2$, etc., sont des ampère-mètres Henrion.

Des deux côtés sont des voltmètres à grandes divisions M, au-dessous desquels sont installés des indicateurs de terre à sonnerie T T. Un autre indicateur de terre à lampes-témoins est en L.

Tout cet ensemble est monté sur un panneau en ardoise et a été établi par la Compagnie Continentale Edison, au prix de 44 000 francs environ.

On remarquera l'absence de régulateurs, auxquels est préférée la surveillance toujours éveillée d'un agent spécial, ainsi que celle de coupe-circuits de sûreté.

b) Les machines Ferranti (fig. 12, 13 et 14), au nombre de trois, sont du type dit de 150 chevaux, à courants alternatifs, de 113 000 watts chacune. Nous ne reviendrons pas ici sur la description détaillée de cette

ties, ce qui permet une visite fréquente de l'armature et en facilite, au besoin, la réparation. Les bobines des électros sont elles-mêmes vissées pour en permettre le rapide remplacement.

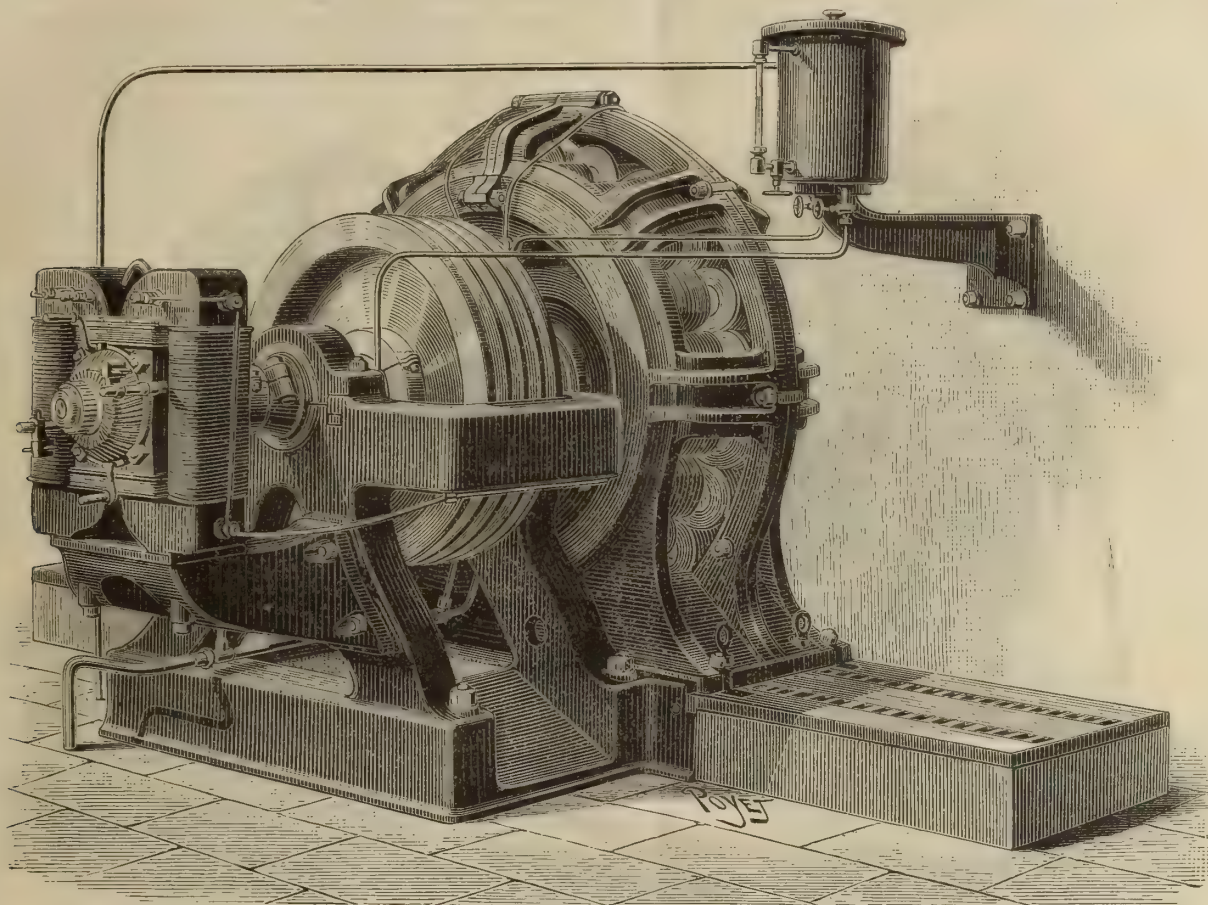


FIG. 12. — Dynamo Ferranti.

dynamo, et nous nous bornerons à en rappeler les principales particularités.

L'induit ne renferme pas de fer, d'où moindre échauffement de la

Le graissage est à circulation continue, l'huile descendant d'un réservoir supérieur, où elle est remontée par une petite pompe centrifuge, après avoir coulé par son propre poids dans les paliers.



FIG. 13. — Dynamo Ferranti. Vue latérale.

machine, atténué encore par la ventilation énergique qu'assurent des ailettes venues de fonte avec l'armature en bronze.

Le bâti en fonte qui porte les inducteurs peut s'ouvrir en deux par-

L'excitatrice est montée en porte-à-faux sur l'extrémité de l'arbre, du côté de la poulie, et tourne avec la dynamo à 500 tours par minute.

Dans le modèle qui nous occupe, l'armature a $1^m 10$ de diamètre extérieur et 15 m/m d'épaisseur ; l'entrefer a 20 m/m .

Il n'y a pas de rhéostat régulateur : en raison de l'absence de fer dans l'induit et de son peu de résistance, les différences de charge n'agissent que dans de très faibles limites sur le potentiel ; il suffit

montées sur deux circuits indépendants, de façon à pouvoir en éteindre à volonté une certaine quantité qui constituent un service variable à côté du service permanent. Un tableau de distribution spécial est placé à l'entrée de chaque pavillon.

Trois circuits de distribution (fig. 16), avec cinq feeders, sont affectés

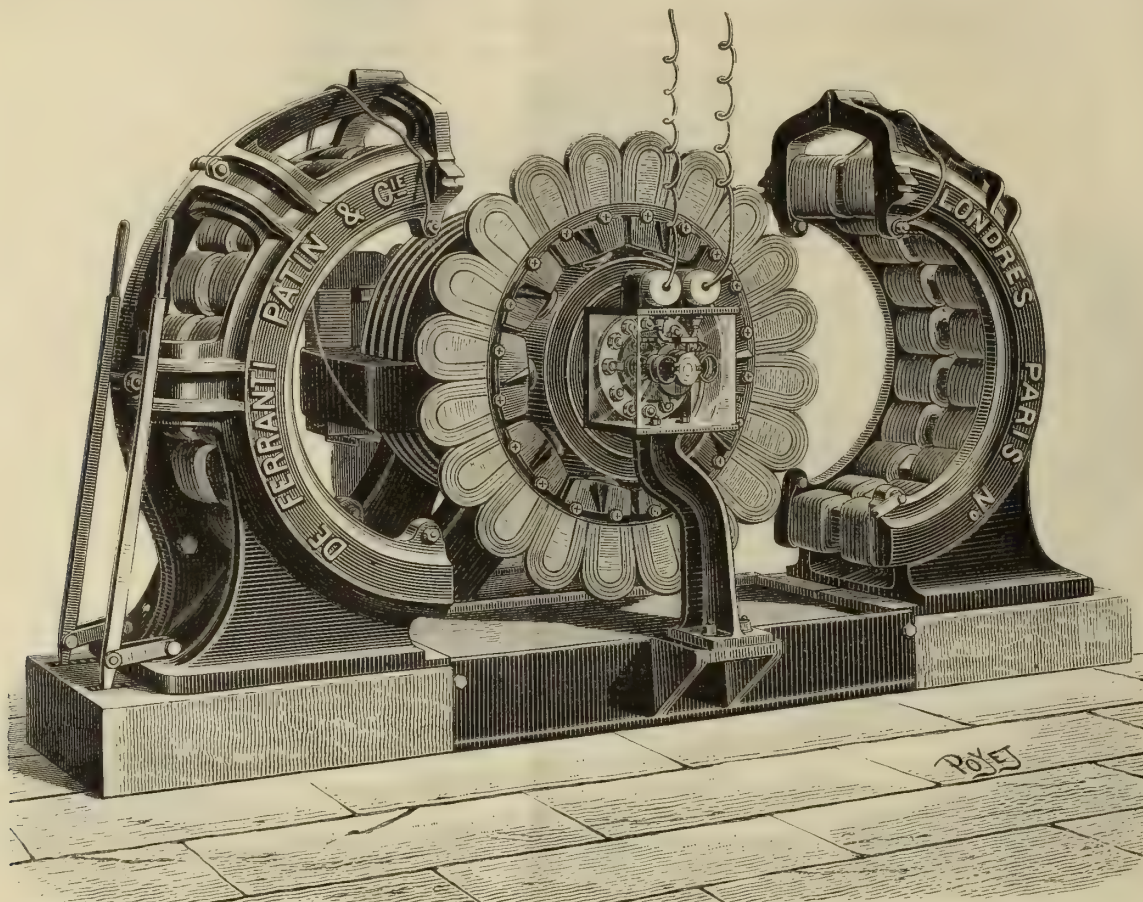


FIG. 14. — Dynamo Ferranti. Induit ouvert.

donc de maintenir la vitesse du moteur, ce que fait le mécanicien, qui se guide, en outre, sur un voltmètre-témoin placé aux bornes d'un transformateur (fig. 15).

4° Plan général et disposition des circuits. — a). Basse tension. — En se reportant au tableau de distribution (fig. 11), on voit en partir sept feeders, dont les deux de gauche (7 et 8) alimentent les Halles, les cinq autres fournissant le courant au réseau extérieur à basse tension.

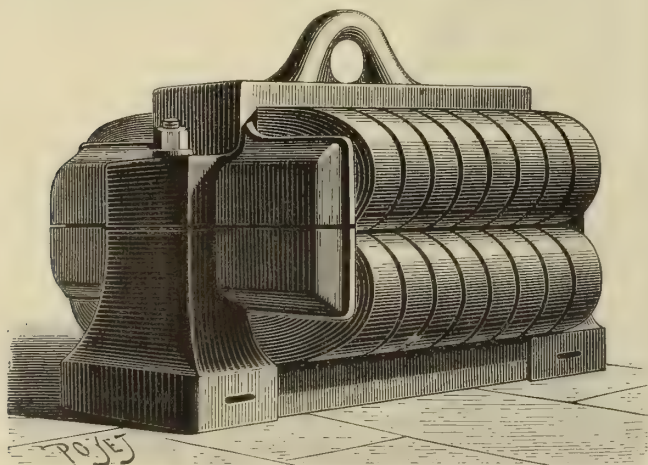


FIG. 15. — Transformateur Ferranti.

Les feeders 6 et 7 aboutissent à deux centres A B (fig. 11) qui desservent, le premier les pavillons 3, 4, 5 et 6, le second les pavillons 7, 8, 9, 10, 11 et 12.

De chacun de ces centres partent trois fils par pavillon. L'incandescence est prise entre le fil neutre et un fil actif, et les lampes à arc sont montées en tension par quatre sur les deux fils extrêmes. Afin, d'ailleurs, d'obtenir une dépense égale dans les deux circuits, sur les trois fils, les lampes à incandescence sont dérivées sur le fil + pour la moitié des pavillons, et sur le fil — pour l'autre moitié. L'adoption de ce mode de distribution a permis de réaliser une notable économie dans le poids du cuivre employé.

Ajoutons que dans le sous-sol de chaque pavillon les lampes sont

au réseau extérieur prévu pour une installation de 2 000 lampes de 60 watts, dont 1 500 peuvent être allumées en même temps : un circuit triangulaire pour les côtés intérieurs des rues des Halles, de Rivoli et du Pont-Neuf ; un deuxième pour le côté pair de la rue des Halles, et le troisième pour le côté impair de la rue du Pont-Neuf.

La chute de potentiel totale consentie aux bornes des feeders est

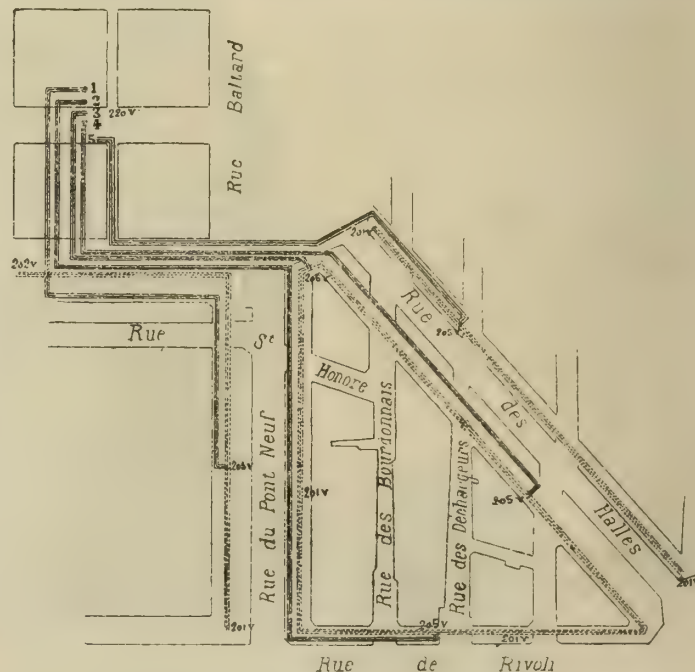


FIG. 16. — Plan schématique du circuit d'éclairage privé à basse tension.

de 15 volts. Elle n'est que de 2 volts entre les points les plus éloignés des circuits de distribution.

A leur sortie du tableau de distribution de l'usine, les feeders 1, 2, 3, 4, 5 d'une part, et 6 et 7 de l'autre se rendent à deux tableaux de réglage où sont placés : 1° des rhéostats et des lampes-témoins ; 2° des ampère-mètres.

En outre, de chaque point d'insertion des feeders dans les circuits de distribution partent des fils de retour aboutissant à un voltmètre à commutateur qui permet de mesurer la tension en l'un quelconque de ces points.

c) Réseau extérieur à haute tension. — Les machines qui alimentent ce réseau sont chacune, nous l'avons dit, de 113 000 watts à 2 400 volts, mais l'une d'elles doit toujours être réservée comme secours. C'est donc près de 4 000 lampes de 60 bougies que les deux dynamos peuvent entretenir. Elles doivent, étant à courants alternatifs, comporter chacune un circuit spécial.

Toutefois, pour le fonctionnement, les deux circuits peuvent être réunis sur un seul à l'aide du tableau de distribution de l'usine, pendant le temps où la dépense ne nécessite la mise en marche que de l'une des dynamos.

Le premier circuit emprunte les côtés impairs des rues Coquillière, Croix-des-Petits-Champs, des Petits-Champs, de l'avenue de l'Opéra (entre la rue Gomboust et la rue Daunou), côté impair du boulevard des Capucines (partie), et du boulevard de la Madeleine.

Le second suit le côté pair des rues Coquillière, Croix-des-Petits-Champs, des Petits-Champs, de l'avenue de l'Opéra, le côté impair du boulevard des Capucines (entre la place de l'Opéra et la rue Daunou), puis le côté pair de cette même voie jusqu'à la rue Caumartin (1).

Toutefois, aucun service de distribution n'est fait dans la partie qui avoisine l'usine, c'est-à-dire entre les Halles et la rue de la Vrillière, ce périmètre pouvant être plus tard desservi par une machine à basse tension.

5° Câbles et canalisation. — a) Réseau à basse tension. — Les câbles des Halles ont été placés sans difficultés soit dans des moulures en bois, quand ils étaient exposés à des dégradations, soit sur des isolateurs, quand ils étaient à l'abri de tout contact.

La question de canalisation du circuit extérieur, au contraire, présentait un intérêt particulier, étant donné le privilège accordé par le Conseil municipal de l'usage des égouts.

En dépit de cette latitude, les Ingénieurs ont préféré l'établissement de caniveaux spéciaux, et le type adopté semble très heureusement résoudre le problème, sauf confirmation par l'expérience.

Déjà encombrés, en effet, par de nombreuses canalisations, les égouts se prêtent mal à de nouvelles installations de ce genre. L'humidité qui y règne est peu favorable à la conservation du courant; il pourrait se produire entre les câbles de lumière et ceux de téléphonie des inductions perturbatrices; les accidents seraient toujours à redouter par suite de la négligence ou même de la malveillance du personnel

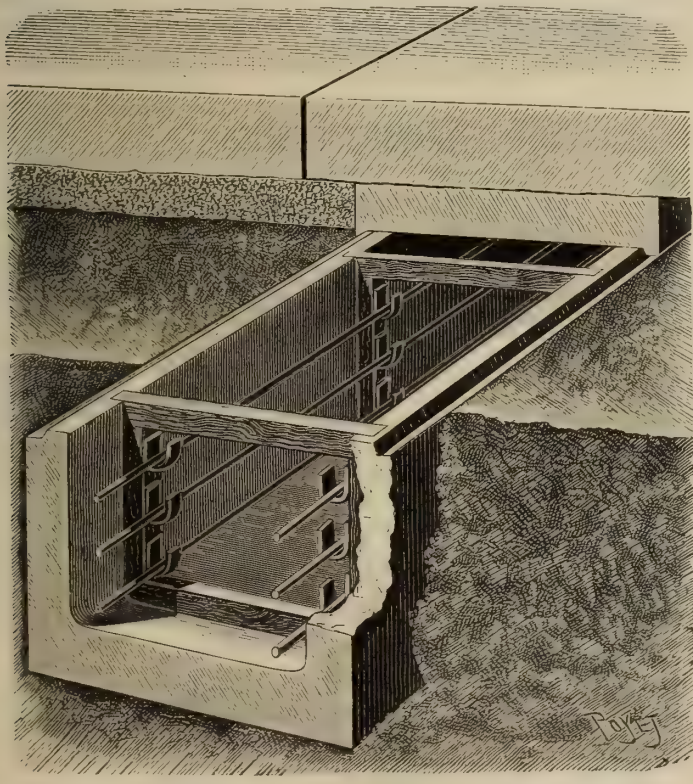


FIG. 17. — Coupe d'une canalisation sous trottoir (basse tension).

nombreux qui circule en égout. Enfin, l'isolement perfectionné qu'aurait nécessité ce mode de conduite aurait entraîné des dépenses risquant de rendre illusoire l'économie qu'on y aurait cherchée.

Les câbles ont donc été posés sous trottoirs (fig. 17), dans des caniveaux en ciment moulé de 0^m 26 sur 0^m 30 dans œuvre. De 1^m 50 en

1^m 50 sont disposés des cadres en bois munis de crochets en fonte vitrifiée qui supportent les conducteurs.

Ces cadres glissent librement dans des rainures ménagées dans les parois et le plafond des caniveaux, et constituent ainsi un mode de suspension facilement accessible à toute réparation.

Pour le passage des chaussées, où le sol est beaucoup plus humide et perméable, et où les charges sont plus pesantes, les câbles ont été descendus à 1 mètre au-dessous du sol. A chaque angle de carrefour un regard établit la communication entre le caniveau de trottoir et le caniveau de chaussée.

Les câbles de ce double réseau ont fait l'objet d'une adjudication comportant deux lots : le premier, relatif aux Halles, a été adjugé à la « India Rubber Co » (usines de Persan-Beaumont), au prix de 22 000 francs environ; le second (circuit extérieur), à la Maison Menier, au prix approximatif de 62 000 francs.

Ils sont ainsi constitués : des fils de cuivre étamés, de nombre et de diamètre variable suivant la section totale du conducteur, sont tordus ensemble et recouverts d'une couche de caoutchouc pur, puis d'une couche de caoutchouc mélangé d'au moins deux millimètres d'épaisseur, et enfin de deux rubans de tissu de coton caoutchouté, dont le second doit être très résistant; le tout vulcanisé en masse compacte. Le câble ainsi formé est protégé par une forte tresse de chanvre recouverte d'un enduit préservateur de résine, goudron ou bitume.

Nous donnons ci-dessous, comme indication, et sans entrer dans le détail des calculs, les sections des câbles du réseau extérieur :

	Fils extrêmes	Fil neutre
1.	80 ^{mm} 2	40 ^{mm} 2
2.	120	80
3.	80	40
4.	100	80
5.	120	60
Circuits de distribution, section uniforme . . .	40	20

Ces câbles ont été calculés pour une densité moyenne de deux ampères au millimètre carré et pour une chute de potentiel de 10 volts.

La résistance d'isolement aux essais doit être de 300 megohms par kilomètre à 24°.

En outre de ces conducteurs principaux, une fourniture de 17 700 mètres environ de fils de dérivation a été adjugée à M. Geoffroy au prix de 4 600 francs.

b) Réseau à haute tension. — En raison du peu de largeur des trottoirs des rues Vauvilliers et Coquillière, il a fallu, sur cette portion du réseau, recourir à la canalisation en égouts; aussi, pour ne risquer d'apporter aucune perturbation aux réseaux télégraphique et téléphonique, a-t-on dû recourir aux câbles concentriques. L'inconvénient de ce système, difficulté des prises de courant, disparaissait d'ailleurs d'elle-même sur ce parcours où nous avons vu qu'il ne serait pas fait de services d'abonnés.

Ce câble est ainsi constitué :

Une âme de 19 fils de cuivre de 2 millimètres constituant une section de 60 millimètres carrés étamés et tordus ensemble, est recouverte : 1° de deux couches de caoutchouc pur de 1 millimètre d'épaisseur totale; 2° de plusieurs couches de caoutchouc vulcanisé de 8 millimètres d'épaisseur totale; 3° de deux rubans caoutchoutés enroulés en sens inverse. Puis une série de fils de cuivre enroulés en hélice et formant le second circuit, ayant la même section que l'âme, sont recouverts à leur tour : 1° de deux couches de caoutchouc pur; 2° de plusieurs couches de caoutchouc vulcanisé de 3 millimètres d'épaisseur; 3° de deux rubans caoutchoutés enroulés en sens inverse; 4° d'une couche de chanvre imprégnée de composition résineuse de 3 millimètres; 5° de deux rubans de tissu de coton enduit.

Cet ensemble est renfermé dans un tuyau en plomb de 2^{mm} 5 d'épaisseur recouvert d'un fort guipage du filin enduit d'une composition bitumineuse.

Le câble est logé dans des moulures en bois injecté, encastrées dans la maçonnerie de l'égout.

A partir de la rue Croix-des-Petits-Champs, où commence le service public, nous retrouvons les câbles séparés.

Ils sont constitués par une âme semblable à celle que nous venons de décrire, recouverte : 1° de deux couches de caoutchouc pur de 1 millimètre d'épaisseur totale; 2° de plusieurs couches de caoutchouc vulcanisé de 4 millimètres; 3° d'une couche de chanvre imprégné de composition résineuse de 3 millimètres; 4° enfin de deux rubans enduits d'une composition bitumineuse.

La résistance d'isolement est de 1 500 à 3 000 megohms par kilomètre de câble.

Les résistances d'isolement ont d'ailleurs été rigoureusement spécifiées par le cahier des charges, et la réception des conducteurs est prononcée avec le concours du personnel et des appareils spéciaux dont dispose à cet effet la Direction générale des télégraphes.

Ces câbles sont logés dans des moulures en bois injecté au sulfate de cuivre et goudronnées extérieurement, qui reposent elles-mêmes

(1) Cette canalisation n'étant pas encore terminée, pourra, vers les boulevards, subir quelques modifications de tracé.

sur des isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en ciment (fig. 18). La traversée des chaussées présente une disposition analogue à celle du circuit à basse tension (fig. 19).

Cette fourniture, portant sur 900 mètres de câbles concentriques et 800 mètres de câbles simples, a également fait l'objet d'une adjudication restreinte au profit de la Société générale des téléphones (usine Rattier), au prix de 74 000 francs.

Le courant fourni par l'usine est, avons-nous dit, lancé dans ce réseau sous une tension de 2 400 volts. Or, on verra plus loin que le courant est livré par la Ville aux particuliers sous une tension de 100 volts; cela nécessite donc l'interposition d'un transformateur entre le circuit et chaque compteur.

Le choix des dynamos Ferranti imposait en quelque sorte celui de transformateurs de même système : ces machines donnent en effet

Coupe transversale.

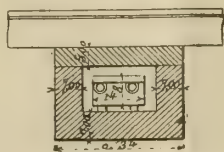


FIG. 18. — Pose des câbles sous trottoirs (haute tension).

Coupe longitudinale.

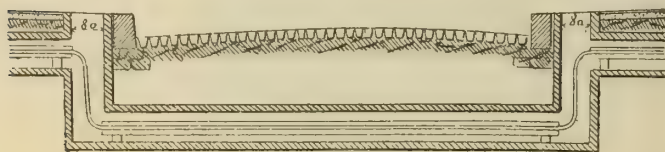


FIG. 19. — Traversée de chaussée (haute tension).

9 500 alternances par minute, et les transformateurs des autres constructeurs sont prévus pour des nombres de renversements très différents de celui-ci.

M. Patin s'est engagé, comme pour les dynamos, à faire construire ces appareils en France et à les livrer, quelle qu'en soit la puissance, au prix de 100 francs les 736 watts, soit 13 fr. 60 les 100 watts. C'est donc une dépense de premier établissement de 30 700 francs pour les 226 000 watts.

6° Appareils d'éclairage public et installations accessoires de l'usine. —

a) Les lampes à arc sont, comme on l'a vu plus haut, placées en séries de quatre, dont chacune est munie d'un rhéostat de réglage. Chaque lampe est, en outre, pourvue d'un appareil allumeur avec commutateur automatique de sûreté intercalant une résistance équivalente en cas d'extinction, ce commutateur pouvant d'ailleurs être manœuvré à la main. Les crayons sont de longueur suffisante pour assurer un éclairage de 15 heures.

Ces lampes sont placées dans des appareils de suspension mobiles, qui en permettent un entretien et une surveillance faciles.

La fourniture a été confiée aux maisons Hanrion, Bardou, Cance et la Compagnie Continentale Edison, pour les lampes; aux maisons Beau, Oudry, Clémançon et Cance, pour les suspensions, au prix total de 65 000 francs.

Quant aux lampes à incandescence des sous-sols, elles ont été demandées à divers constructeurs, dont il y avait intérêt à comparer dès le début la fabrication.

b) A l'usine est adjoint un laboratoire d'essais contenant trois catégories différentes d'appareils.

Les premiers sont destinés à enregistrer d'une façon continue la marche des dynamos; ils permettent d'établir chaque jour la production de ces machines en ampères et volts, et de la comparer avec la quantité d'électricité consommée par les lampes du service public et les compteurs du service privé.

Construits par la maison Richard, ils comprennent deux volt-mètres (de 100 et 200 volts) et trois ampère-mètres (de 100, 250 et 350 ampères).

Les deux autres catégories doivent servir à étalonner et à vérifier les appareils de mesure du service continu.

Les appareils pour courants continus, fournis par la maison Carpentier, consistent dans un galvanomètre Deprez-d'Arsonval, accessoires, boîtes de résistance, rhéostats, etc.

Pour les courants alternatifs, l'usine Acquerre a fourni un électromètre Thomson et une balance-ampère Thomson.

Une batterie de 25 accumulateurs d'une capacité de 100 ampère-heures constitue pour ces expériences une source régulière d'électricité.

Enfin, cette installation est complétée par une chambre noire avec un photomètre Mascart pour la mesure de l'intensité des lampes.

IV

Il nous reste, pour terminer cette étude, à résumer sommairement les conditions de la police d'abonnement au courant fourni par l'usine que nous venons de décrire, police approuvée par le Conseil municipal, le 6 août 1889.

Tout abonnement doit comporter une durée d'une année au moins (art. 1).

La Ville conduit le courant devant la demeure du consommateur,

qui en prend livraison au moyen d'un branchement sur la conduite principale, établi aux frais de l'abonné; la canalisation à l'intérieur de l'immeuble doit être sous moulures en bois et parfaitement à l'abri de tout contact (art. 4).

Un dépôt préalable de 5 francs par lampe à incandescence et de 20 francs par lampe à arc doit être versé par l'abonné (art. 5).

L'installation intérieure, à partir du compteur, est faite par l'abonné, mais doit être reçue par la Ville (art. 7 et 8).

Le courant est livré au compteur horaire. Le choix du type entre les systèmes approuvés par la Ville est laissé à l'abonné, qui aura la libre disposition du courant au sortir de l'appareil (art. 10).

Toutefois, la Ville met à la disposition du public des compteurs du système de son choix à un prix de location (entretien compris) mensuelle variant de 2 fr. 50 à 10 francs pour des calibres à 5 à 100 ampères (art. 11).

Le courant est livré sous le potentiel moyen de 100 volts. Le prix payé d'après les tarifs ci-dessous ne pourra être inférieur, par an, à 40 francs par lampe du type dit de 10 bougies, à 64 francs pour 16 bougies, et proportionnellement, ni à 400 francs par lampe à arc voltaïque, quelle qu'en soit la puissance (art. 12).

Le prix de l'abonnement est payable par mois à domicile (art. 13).

Le tarif (chap. III) est fixé à 0 fr. 15 les 100 watts-heures, c'est-à-dire l'ampère-heure mesuré au compteur à 100 volts.

Toutefois, tout consommateur dont toutes les lampes auront brûlé en moyenne de 150 à 180 heures par mois, aura droit à une réduction de 10 % sur la quittance mensuelle; de 180 à 200 heures, la réduction sera portée à 20 %; elle atteindra 30 % au-dessus de 200 heures.

Tous les projets relatifs à l'usine municipale d'électricité des Halles ont été étudiés et dressés par M. Meyer, Ingénieur des Ponts et chaussées, chargé de l'usine, sous la direction de M. Allard, directeur de la voie publique et des promenades d'abord, puis de M. Huet, sous-directeur des travaux de Paris. Les travaux ont été conduits par MM. Chrétien et Laffargue, conducteurs, pour la partie électrique, et par M. Darche, conducteur des Ponts et chaussées, pour la construction et les installations mécaniques.

Ainsi qu'on peut en juger par cette rapide description, il ne s'agit encore que d'un essai, aussi complet, il est vrai, que le permettait l'exiguïté des ressources mises en 1889 à la disposition des Ingénieurs, mais trop restreint peut-être pour qu'on puisse en tirer des conclusions probantes. Il était d'une sage gestion des deniers de la Ville de limiter rigoureusement le premier crédit : aujourd'hui que l'expérience a prouvé qu'il n'y a pas d'entraînement à craindre, on ne peut que souhaiter que le Conseil municipal élargisse sa tentative en permettant, l'année prochaine, de donner à l'usine des Halles tout le développement dont elle est susceptible.

R. AUDRA.

TRAVAUX PUBLICS

BASSINS DE RADOUB DU PORT DE GÈNES

(Planche XVIII.)

Le port de Gènes avait toujours tenu une place importante dans les préoccupations du duc de Galliera, qui a légué à sa mort des capitaux considérables au Gouvernement italien pour étendre et améliorer ce port.

Par la loi du 9 juillet 1876, le gouvernement italien accepta les conditions du legs, parmi lesquelles se trouvait l'obligation de construire deux bassins de radoub capables de satisfaire aux exigences d'un important avenir.

En raison des difficultés techniques qui se présentaient, la Commission officielle d'Ingénieurs chargée des études préliminaires provoqua l'ouverture d'un grand concours international, portant à la fois sur le projet des ouvrages, sur les procédés d'exécution et sur le prix.

Ce concours eut lieu en 1886. Huit concurrents se présentèrent, et la Commission se prononça en faveur du projet de MM. Zschokke et Terrier.

La période d'exécution commença en mars 1888.

Description des ouvrages (pl. XVIII, fig. 1). — Les ouvrages à construire comprenaient principalement le quai des Grâces, l'élévation du quai ouest, les deux bassins de radoub et leurs quais de tête, enfin les machines d'épuisement et les bateaux-portes.

Le quai des Grâces est soutenu par un mur formé de piles en maçonnerie espacées de 12 mètres et réunies par des voûtes en briques. Ces piles ont été fondées sur le rocher, à la cote (— 8 mètres), au moyen de l'air comprimé. Ce quai, dont le couronnement est à trois mètres au-dessus du niveau de la mer, a 200 mètres de long sur 75 mètres de large.

Quant au quai ouest, ses fondations avaient été faites antérieurement jusqu'à la cote (— 0^m40) et l'élévation seule restait à construire.

Les deux bassins de radoub sont construits sur le même type, mais de dimensions inégales. Leur écartement d'axe en axe est de 77^m37.

BASSINS DE RADOUB DE GÈNES

Construits par M. M. Zschokke et P. Terrier.

Fig. 1. Plan général des Bassins de radoub et des ouvrages annexes.

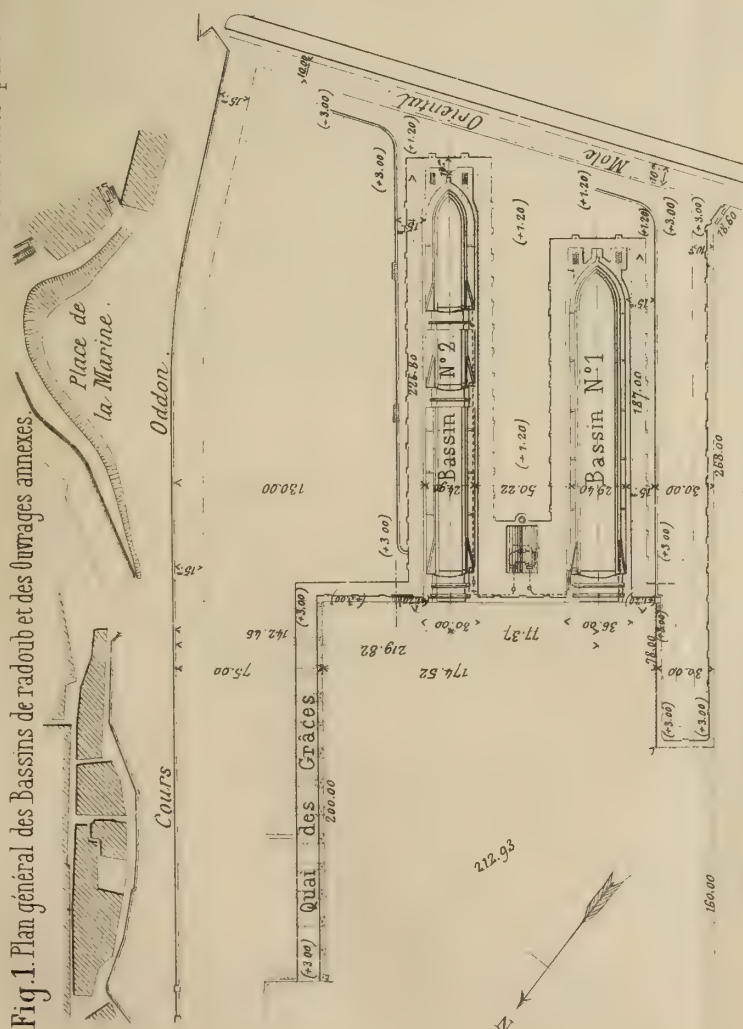


Fig. 3 et 4. Grand Caisson Flottant pour l'exécution des radiers.

Fig. 3. Demi-coupe longitudinale.

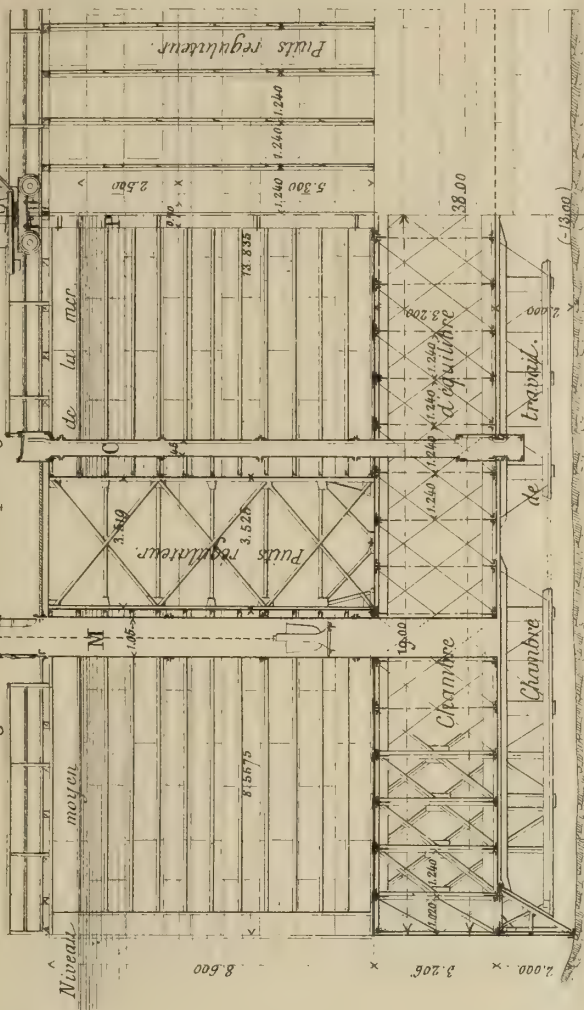


Fig. 2. Caisson suspendu pour le forage des mines. Coupe transversale.

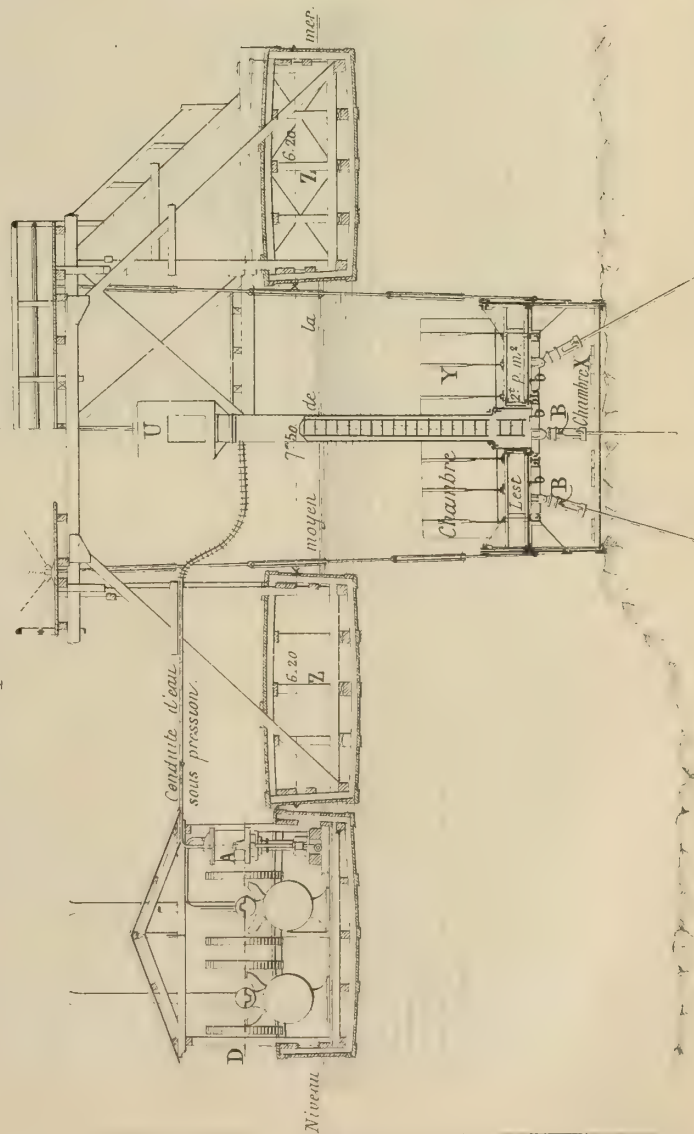
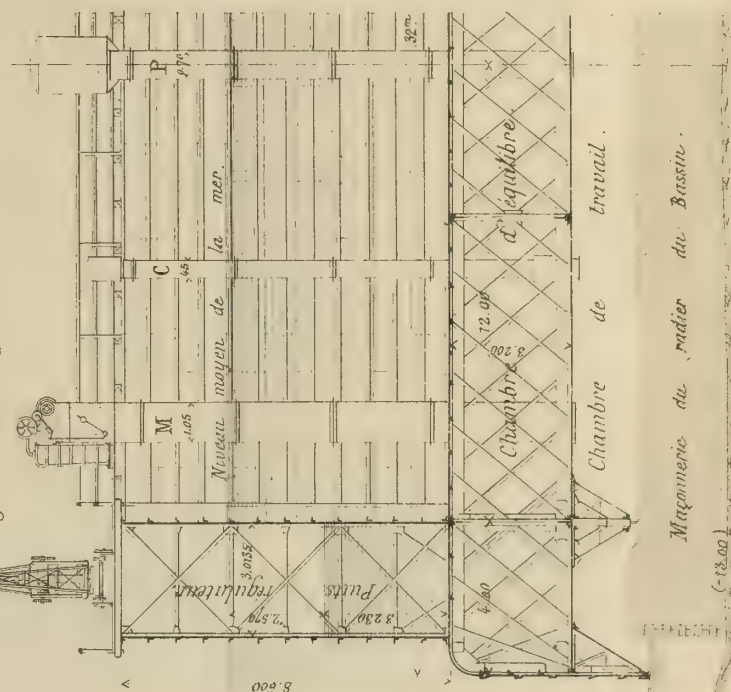


Fig. 4. Demi-coupe transversale.



Légende.

Fig. 2.

- X Chambre de travail du caisson.
- Y Chambre d'allègement.
- Z Pontons soutenant le caisson.
- U Escalier pour les ouvriers.
- B Perforatrices système Braud.
- b Charrois roulants portant les perforatrices.
- D Machines 1/2 fixes et pompes à haute pression accouplées montées sur bateau.
- A Accumulateur à vapeur.

Fig. 3 et 4.

- M Cheminée à matinaux.
- P Cheminée pour les ouvriers.
- C Cheminée pour béton (Bétonnière).

Chacun d'eux porte à l'entrée deux rainures, pour la mise en place du bateau-porte. Le bassin n° 2 est pourvu de deux autres rainures destinées à recevoir un second bateau-porte qui divise la forme totale en deux formes partielles.

Voici les dimensions principales des deux bassins :

	Bassin n° 1.	Bassin n° 2.
Longueur intérieure maxima de la forme au niveau des quais, y compris la chambre d'entrée.	179 ^m 38	219 ^m 94
Largeur de la forme au même niveau . .	29 ^m 40	24 ^m 90
Largeur de l'entrée au même niveau . .	25 ^m 28	18 ^m 48
Largeur au plan d'eau	24 ^m 80	18 ^m 00
Largeur sur le seuil.	21 ^m 06	14 ^m 64
Hauteur d'eau sur le seuil à la marée moyenne.	9 ^m 50	8 ^m 50
Hauteur d'eau sur le point le plus bas du chantier	10 ^m 00	9 ^m 00

La section transversale à l'intérieur des formes est à redans étagés ; il y a cinq redans dans le bassin n° 1 et quatre dans le bassin n° 2. Sur les chambres des portes, cette section est un trapèze.

Les embouchures de la galerie d'épuisement des bassins se trouvent dans les bajoyers, vers l'entrée. En outre, le bajoyer occidental du bassin n° 2 contient un aqueduc spécial destiné à la mise à sec

Le fond du puits est à la cote (— 8 mètres). Trois pompes centrifuges y sont groupées, débitant 4000 mètres cubes d'eau par pompe et par heure. Deux d'entre elles doivent pouvoir épuiser en 5 heures l'un ou l'autre des bassins. Chacune de ces pompes est actionnée par une machine compound ; deux autres pompes à piston, débitant chacune 250 mètres cubes à l'heure, sont destinées à épuiser les eaux d'infiltration.

Les bateaux-portes, comme nous l'avons dit, sont au nombre de trois, construits entièrement en tôle d'acier. Leurs vannes peuvent assurer le remplissage d'un des bassins en une heure au plus.

Au-dessus de chacun d'eux est disposée une passerelle assez large pour donner passage aux wagonnets et aux charrettes.

Exécution des ouvrages. — Les fondations des ouvrages devaient être établies sur un sol calcaire profondément dentelé, affouillé par les eaux et dont les cavités se trouvaient remplies de sable et de débris rocheux. Il fallait donc opérer comme en terrain aquifère et substituer au sol naturel un radier général en béton. Les opérations successives à exécuter étaient les suivantes :

- 1° Le minage et le sautage du rocher ;
- 2° L'extraction du sable et du rocher désagrégé ;
- 3° L'exécution des maçonneries sur le fond déblayé.

L'épaisseur des bancs et leur grande profondeur sous l'eau ont né-

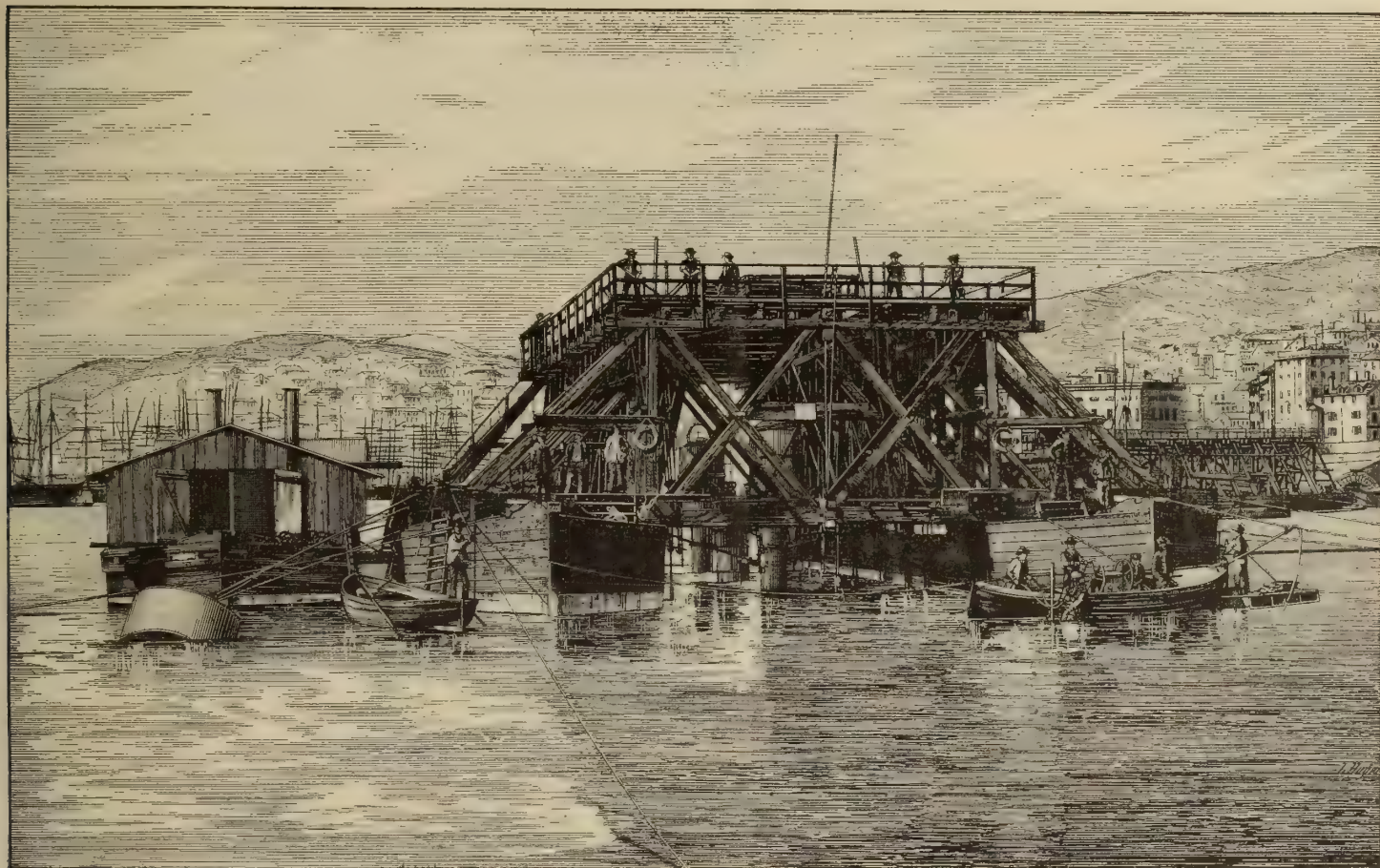


FIG. 1. — Vue du caisson suspendu pour le forage des mines au moyen de l'eau en pression.

des deux compartiments indépendants que le second bateau-porte permet de ménager au fond de la forme.

Au moyen de plans inclinés parallèles à l'axe de la forme, les wagonnets peuvent descendre jusqu'à son point le plus bas, et transporter les matériaux de travail sur toute sa longueur. Le radier des bassins présente une pente longitudinale de 0^m01 par mètre dirigée du fond vers l'entrée, et une pente transversale de même importance dirigée de l'axe vers les deux bajoyers et aboutissant à des cunettes, pour recueillir les eaux d'infiltration.

Le radier est couvert par un dallage en grès de la Spezzia posé sur une maçonnerie de briques, avec un cordon en granit courant dans l'axe du bassin.

Les revêtements des bassins sont faits en maçonnerie de briques pour les parties qui ne sont pas sujettes à une grande fatigue, et en pierre de taille de Baveno pour les parties qui, au contraire, sont exposées à des chocs.

Les quais de tête des bassins, fondés au moins à la cote (— 8 mètres), ont leur socle et leur couronnement en granit et sont revêtus en maçonnerie de briques.

On y a ménagé la galerie de communication des bassins entre eux et avec le puits des pompes. Cette galerie et ce puits sont également revêtus en maçonnerie de briques.

cessité pour ces travaux l'emploi des procédés pneumatiques. On ne pouvait songer, en effet, à l'emploi de machines installées au-dessus du niveau de la mer, ni à l'enlèvement des déblais par des dragues.

Deux solutions étaient en présence. On aurait pu, comme on l'a fait pour les bassins de Toulon et de Saïgon, construire les maçonneries du radier et des bajoyers sur de grands caissons flottants, qui se seraient enfoncés graduellement sous l'accroissement de la charge. On aurait continué la descente des caissons dans le sol et rempli la chambre de travail de béton lorsque le tranchant serait arrivé sur le fond choisi pour servir de base à l'ouvrage. Mais ce procédé, applicable lorsque le crisson est descendu en eaux calmes sur un emplacement préalablement dragué, n'est pas sans de sérieux inconvénients si, comme c'est le cas à Gênes, on est obligé de faire un véritable fonçage à travers un sol rocheux en un point mal abrité contre les lames. On avait à craindre les déformations et les fissures résultant de la difficulté de répartir uniformément les charges croissantes de la maçonnerie sur un très grand caisson d'abord flottant, puis reposant sur un sol irrégulier. Ce système présentait, en outre, le grand désavantage de noyer dans la maçonnerie des fers et des tôles qui détruisent l'homogénéité et la continuité des massifs, et dont l'altération peut, avec le temps, donner naissance à des fissures.

Pour tous ces motifs il fallait employer une autre solution. Celle

que l'entreprise a proposée et qui a été adoptée, est la suivante : exécuter le dérochement et les maçonneries sous l'eau, au moyen de grandes cloches à plongeur pouvant se déplacer rapidement dans le sens horizontal et dans le sens vertical, et munies des engins les plus convenables pour le minage, l'extraction des déblais et l'introduction des matériaux.

Aucune partie de fer ne restait ainsi noyée dans les maçonneries, et les inconvénients signalés dans la méthode précédente disparaissaient.

Pour réaliser cette solution, on a construit :

- 1° Un caisson mobile pour le forage des mines ;
- 2° Deux caissons mobiles pour la construction des murs de quais et des bajoyers des bassins ;
- 3° Un grand caisson flottant pour l'extraction des déblais des bassins et la construction des radiers.

Nous allons successivement passer en revue ces divers travaux.

Caisson mobile pour le forage des mines (pl. XVIII, fig. 2). — Sur deux bateaux-flotteurs, Z, pouvant se déplacer facilement, repose une forte charpente sur laquelle prennent appui 24 vérins, auxquels le caisson est suspendu par autant de chaînes de tringles.

Ce caisson a 20 mètres de long sur 6^m 50 de large, et ne diffère de ceux qui sont employés dans la construction des ponts que par la légèreté plus grande de ses parois, qui n'ont pas à transmettre de charge. Son plafond est chargé de gueuses de fonte qui l'appuient

par le caisson, on les charge avec des cartouches de dynamite-gélatine, dont tous les fils se relient à un flotteur ; on soulève et déplace le caisson, puis on met le feu au moyen d'un courant électrique.

Caissons mobiles pour la construction des bajoyers et des quais. — Deux caissons mobiles construits, lestés et suspendus comme le précédent, ont été affectés à la construction des bajoyers et des quais. L'un a 20 mètres sur 6^m 50 ; l'autre a 18 mètres sur 5^m 60.

Chacun d'eux porte trois écluses : l'une pour les ouvriers, une autre pour le béton et la troisième pour enlever les déblais et introduire les matériaux. On exécute avec ces caissons les bétonnages, les maçonneries de moellons, de briques et de pierres de taille de petit appareil.

Si la pierre de taille est trop forte pour passer dans l'écluse, on enlève le caisson, on descend la pierre au moyen d'une grue flottante et on remet le caisson en place.

Grand caisson flottant (pl. XVIII, fig. 3 et 4). — Le plus large des deux radiers ayant 36 mètres, le grand caisson flottant a 38 mètres de long sur 32 mètres de large. Il est formé de trois parties principales : la chambre de travail, la chambre d'équilibre et les réservoirs ou puits régulateurs.

La chambre de travail a 2 mètres de hauteur. Elle est entourée de deux enveloppes étanches en tôle, l'une extérieure verticale, l'autre intérieure inclinée suivant les contrefiches, depuis le plafond jusqu'au tranchant.

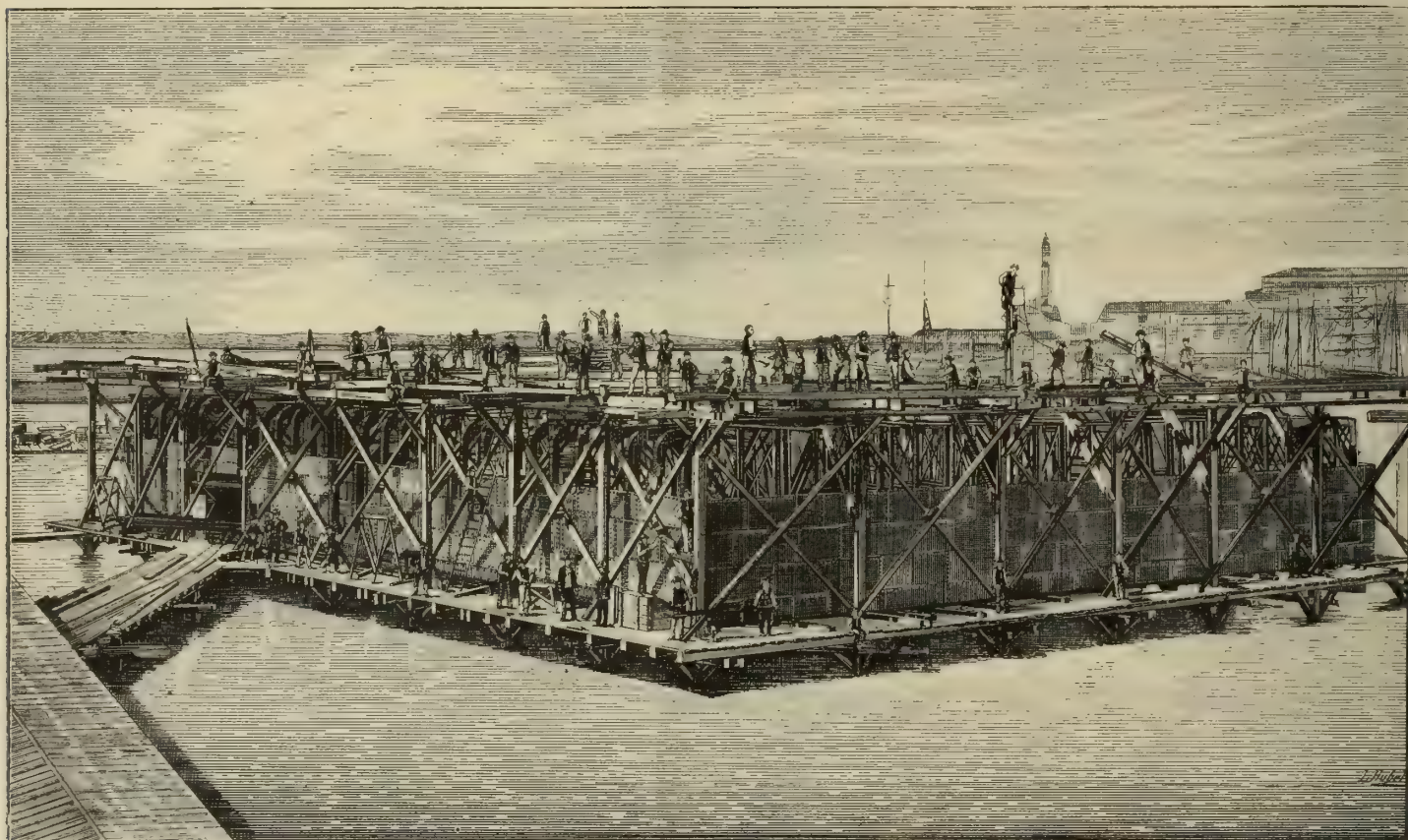


FIG. 2. — Montage du grand caisson flottant destiné à l'exécution des radiers.

sur le fond. L'entrée et la sortie des ouvriers s'effectuent par deux cheminées avec écluses à air U ; une troisième est réservée pour ajouter au besoin une écluse à déblais.

Parallèlement et symétriquement à l'axe transversal du caisson sont disposés deux cylindres horizontaux en tôle Y, de 2 mètres de diamètre et 5^m 50 de longueur. Ils sont ouverts inférieurement et l'on peut à volonté y laisser entrer l'eau ou la refouler par l'air comprimé, ce qui permet de maintenir le caisson sur le fond pour le minage, ou de le relever au moyen d'un très faible effort.

Trois perforatrices rotatives Brand, B, actionnées par l'eau sous pression à 70 atmosphères, sont employées pour le forage des mines. Le plafond du caisson est divisé en trois bandes, dans le sens de sa longueur, au moyen de fers à double T. Les ailes inférieures de ces fers servent de chemin de roulement à trois petits chariots roulants portant chacun une perforatrice suspendue par une attache articulée. On peut donner ainsi dans le plan toutes les positions au point de suspension des tiges et toutes les inclinaisons à ces tiges.

Deux locomobiles de 25 chevaux actionnent deux pompes jumelles à double effet, montées sur un bateau amarré au caisson. Elles puisent l'eau dans la mer et la refoulent dans un accumulateur A, d'où un tuyautage articulé la conduit aux perforatrices.

Le forage des trous étant terminé sur toute l'étendue recouverte

Au-dessus de la chambre de travail se trouve la chambre d'équilibre, qui a 3 mètres de hauteur et que traversent les cheminées d'accès.

Enfin quatre puits régulateurs, en fer et tôle, communiquant entre eux, mais ne communiquant pas avec la chambre d'équilibre, reposent sur celle-ci. Deux, de 3 mètres de large et 8^m 60 de haut, règnent sur toute la longueur des parois du caisson ; les deux autres, symétriques par rapport au petit axe du caisson, ont 3^m 50 de large et également 8^m 60 de haut. Leur partie supérieure s'ouvre au-dessus du niveau de la mer, et la caisse centrale rectangulaire qu'ils forment communique par un tuyau avec la mer.

La charpente de ces quatre puits sert de support aux passerelles et échafaudages qui sont employés pour le service extérieur.

En remplissant à volonté d'eau ou d'air comprimé la chambre d'équilibre et en réglant le niveau de l'eau dans les puits régulateurs, on maintient l'appareil en équilibre dans les positions les plus variées.

Le caisson non encore lesté plonge de 2^m 55 sous l'eau, dont le niveau arrive alors à 0^m 55 au-dessus du plafond de la chambre de travail. Il est dans les conditions de stabilité requises pour son fonctionnement lorsque, chargé de gueuses de fonte, il plonge de 5^m 10, le niveau de l'eau arrivant alors à 0^m 10 au-dessous du plafond de la chambre d'équilibre.

On fera descendre le tranchant à la cote (— 8 mètres) tout en introduisant l'air comprimé dans la chambre de travail, si l'on remplit d'eau la chambre d'équilibre et qu'on maintienne la caisse centrale en communication avec la mer. On pourra ensuite le faire descendre successivement en laissant monter le niveau de l'eau dans les puits.

Deux rangées de vérins disposés dans la chambre de travail parallèlement aux parois longitudinales, et sur lesquels on reporte au besoin la charge de l'appareil, permettent de dégager sans trop de difficulté les fragments de roches engagés sous le tranchant.

Le béton, introduit dans la chambre de travail du grand caisson par des écluses spéciales, est répandu par couches de 0^m 50 d'épaisseur entre deux murettes en briques qu'on élève à mesure sur les bords longitudinaux du radier. Le béton prend, au contraire, son talus naturel dans le sens transversal. Lorsqu'on a exécuté, dans une première position du caisson, trois couches superposées formant un massif de 1^m 50 d'épaisseur (fig. 3), on relève l'appareil, on le déplace dans le sens de l'axe du bassin et on l'échoue de nouveau de manière que son tranchant longitudinal d'arrière vienne prendre, au

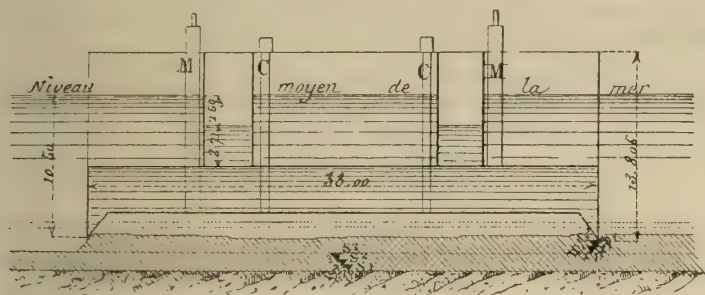


FIG. 3. — Système de construction du radier.

(Les chiffres 1, 2, 3; 1', 2', 3', indiquent les diverses positions du tranchant du caisson; les lettres S₁, S₂, S₃; S'₁, S'₂, S'₃, représentent les prismes en béton coulés sous l'eau dans les positions respectives du tranchant 2, 3; 1', 2', 3'.)

pied du talus du premier massif, la place qu'occupait, dans la position précédente, le tranchant longitudinal d'avant. On répand alors sur le sol une seconde couche de 0^m 50, on relève le caisson d'autant, et, par un petit déplacement longitudinal, à contre-sens du précédent, on amène le tranchant d'arrière à toucher le talus du premier massif à 0^m 50 au-dessus du pied de celui-ci. On répand alors une seconde couche au-dessus de la première, et l'on remplit en même temps la petite rigole à section triangulaire de 0^m 50 de hauteur formée par les deux talus transversaux à contre-pente. On relève ensuite le caisson de 0^m 50, on le ramène encore une fois en arrière, jusqu'à toucher le talus du premier massif, et l'on répand une troisième couche de béton en même temps qu'on remplit la seconde rigole triangulaire sous le tranchant d'arrière. Ayant ainsi un second massif de 1^m 50 accolé au premier, on en commence un troisième de la même manière.

Lorsque l'assise de 1^m 50 règne sur toute l'étendue du radier, on opère sur elle comme on a opéré précédemment sur le roc dérasé. Mais on a soin que les nouvelles positions du caisson ne soient pas exactement au-dessus des précédentes, ce qui permet de rompre la continuité des petites crémaillères formées par les rigoles rectangulaires remplies au-dessous du tranchant.

On opère de même pour l'élévation des bajoyers au moyen des caissons suspendus entre deux bateaux.

Ce procédé permet d'établir directement et à sec, sur le sol déroché, des maçonneries homogènes et continues d'où le fer est absolument exclu.

Tous les appareils pneumatiques dont il est question plus haut sont alimentés par des compresseurs d'air placés à terre et actionnés par quatre machines demi-fixes de 150 chevaux. Des radeaux supportent les conduites d'air, qui sont formées de tuyaux en fer laminé avec raccords en caoutchouc. Des sonneries électriques établissent la communication entre les caissons et l'atelier des machines. L'éclairage des caissons se fait par des lampes à incandescence.

Cintres pour voûtes du quai des Grâces. — La naissance des voûtes entre les piles du quai des Grâces est à la cote (— 0^m 20); la flèche n'est que de 1^m 40 pour 12 mètres d'ouverture, et pour trouver un point d'appui, il fallait aller jusqu'à 6 mètres de profondeur au-dessous du niveau de la mer. Pour répondre à ces conditions exceptionnelles, l'entreprise a imaginé un cintre spécial, formé de poutres courbes de 13^m 90 d'ouverture, dont les plates-bandes inférieures ont exactement la forme de l'extrados de la voûte, et que la pose doit amener à coïncider avec cet extrados. Les poutres sont à treillis et disposées de telle sorte qu'au droit des montants on peut placer des boulons à longues tiges dont les têtes portent sur la plate-bande supérieure des poutres.

Les écrous vissés au bas de ces tiges supportent des couples de fers à U, disposés suivant les génératrices d'intrados et supportant des tôles qui font l'office de couchis et sur lesquelles on construit la voûte.

Pour décintrer, on dévisse les écrous et on retire les tiges. Les fers à U et les tôles viennent alors reposer sur un radeau qui les transporte en un autre point.

HENRI MAMY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

MÉCANIQUE

INSTALLATION DES TRAMWAYS A TRACTION par câble sans fin, de San Francisco.

(Suite et fin¹.)

ENTRAÎNEMENT DES VOITURES PAR LE CÂBLE. — Pour entraîner la voiture, on saisit le câble entre les mâchoires d'une griffe reliée à la voiture. Nous avons déjà expliqué que la griffe devait être disposée de manière à passer librement au-dessus des poulies inférieures servant à soutenir le câble, et au-dessus et à côté des poulies supérieures placées aux angles des montées.

Il nous reste à montrer comment on saisit ou on lâche le câble.

Tous les procédés employés peuvent se ramener à deux modes principaux :

- 1^o Saisir le câble par un mouvement vertical et le serrer horizontalement ;
- 2^o Saisir le câble latéralement et le serrer de haut en bas.

Premier système. — Le câble est pris entre 2 mâchoires M et N. L'une d'elles M fait corps avec une coulisse coudée KK' (fig. 1); l'autre N est reliée à une pièce S. Entre les parties K et S se trouve un coin C porté par une tige qui passe dans la rainure ménagée à la partie supérieure du tube souterrain. La partie supérieure de la tige est filetée. Le coin est guidé dans chacune des pièces K et S comme un coulisseau dans sa rainure (fig. 2), de sorte qu'en s'élevant il rapproche les mâchoires et qu'en s'abaissant il les écarte.

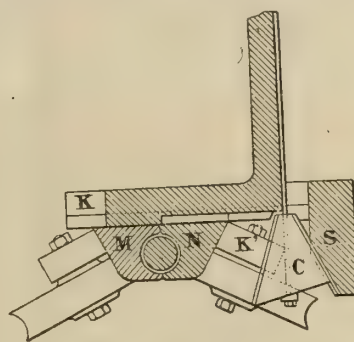


FIG. 1.

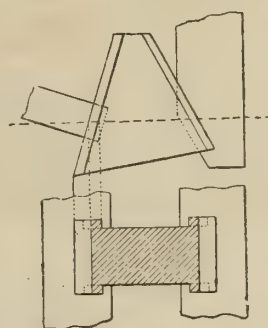


FIG. 2.

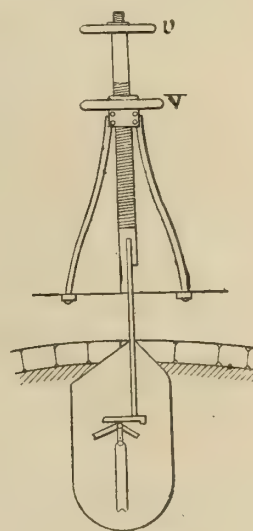


FIG. 3.

FIG. 1, 2 et 3. — Détails de la griffe pour saisir le câble par un mouvement vertical et le serrer horizontalement.

Le gripman (employé chargé de manœuvrer la griffe) actionne un volant v (fig. 3) placé sur la tige filetée, et peut ainsi élever ou abaisser le coin c, c'est-à-dire serrer ou desserrer les mâchoires.

Pendant les arrêts, lorsque les mâchoires sont desserrées, le câble glisse sur deux petits galets placés de chaque côté. Ces galets débordent légèrement de manière à empêcher tout portage du câble sur les mâchoires, pendant les stoppages et éviter son usure. Les axes des galets sont montés sur des coussins en caoutchouc (fig. 4), qui se compriment quand on serre les mâchoires et maintiennent les galets à distance.

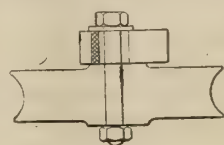


FIG. 4.

Ce que nous venons de dire permet de comprendre comment on embraye la griffe lorsque les mâchoires sont placées au niveau du câble. Mais nous savons que la position normale du câble, tangente aux poulies de sup-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 4, p. 94.

port, est en contrebas de la griffe. Il faut donc que celle-ci puisse être préalablement amenée à la hauteur du câble. Dans ce but, la tige de la griffe passe dans une grosse vis à filets carrés, munie d'un écrou à volant fixe V. En manœuvrant ce volant, on abaisse ou on élève tout le système à la hauteur voulue.

En résumé, le gripman dispose de deux volants *v* et V ayant un rôle distinct : l'un V, permet d'amener les mâchoires à la hauteur du câble, l'autre *v*, sert à rapprocher ou à écarter les mâchoires.

Une fois le câble serré, on relève tout le système à l'aide du volant V à la hauteur convenable pour que la griffe puisse passer librement entre les poulies inférieures et supérieures.

Ce système de griffe permet d'abandonner et de reprendre le câble en un point quelconque de la voie. Il exige une certaine attention de la part du conducteur, pour que la griffe, une fois prise, soit exactement ramenée à la hauteur voulue.

Il convient de dire que la manœuvre d'abandon du câble ne se fait qu'en des points spéciaux, savoir :

1° Aux extrémités de la ligne, lorsqu'il faut transférer le car de la voie d'aller à la voie de retour;

2° Devant l'usine motrice, où le câble est interrompu sur une certaine longueur;

3° Aux croisements de voie, pour le câble inférieur.

Lorsqu'on stoppe pour déposer ou pour prendre des voyageurs, on se borne à desserrer un peu les mâchoires sans abandonner le câble.

Deuxième système. — Le câble est pris entre deux mâchoires placées l'une au-dessus de lui, l'autre au-dessous (fig. 5). Le gripman manœuvre un levier A et peut ainsi rapprocher ou écarter la mâchoire supérieure. Deux petits champignons *c* sont fixés sur deux plaques mobiles B,

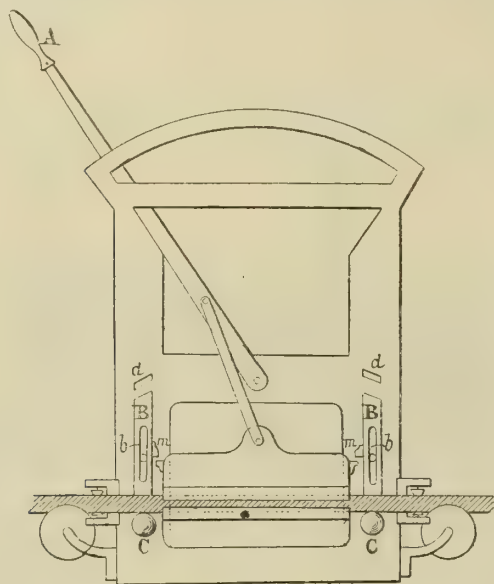


FIG. 5.

coupées en biais à leur partie supérieure. Ces plaques portent une rainure dans laquelle s'engage un tenon *b* fixé sur le support de la griffe. Elles peuvent donc coulisser verticalement. Leur course est limitée par deux petits butoirs *d*. Elles portent, en outre, un petit mentonnet *m*, placé en regard d'un mentonnet semblable de la mâchoire supérieure.

Ceci posé, voyons ce qui se passe lorsqu'on agit sur le levier A :

1° Les mâchoires se desserrent, sans rejeter le câble. C'est la manœuvre ordinaire qu'on exécute pour déposer ou pour prendre des voyageurs. Le câble court alors sur les galets *gg'* et ne frotte pas sur les mâchoires. Inversement, lorsque, pour repartir, on abaisse la mâchoire supérieure, le câble est d'abord pressé sur les galets *gg'* avant d'être coincé entre les mâchoires. La voiture est donc entraînée graduellement et sans secousse;

2° Les mâchoires étant desserrées, si on continue à agir sur le levier, les mentonnets se rencontrent, les plaques mobiles B sont soulevées, le câble glisse sur les champignons et prend un mouvement latéral qui le dégage de la mâchoire et le rend libre;

3° Les plaques continuant à monter rencontrent les butoirs *d*. Sous la pression des mentonnets de la mâchoire supérieure, elles chavirent obliquement, se dégagent des mentonnets et retombent par leur propre poids à leur position normale. La griffe est alors parée pour la reprise du câble.

La manœuvre d'abandon du câble, que nous avons décomposée pour la rendre plus claire, se fait instantanément en poussant le levier A à bout de course.

Le système que nous venons de décrire ne permet pas de faire varier la hauteur de la griffe; il faut donc un dispositif spécial pour effectuer la reprise du câble abandonné.

Dans ce but, on fait dévier légèrement les rails (fig. 6). La griffe, débarrassée du câble, se trouve alors sur le côté et à une petite distance de celui-ci. Dans la région où doit se faire la reprise, le câble est maintenu un peu au-dessus de sa hauteur normale, de manière à se trouver en regard des mâchoires.

Le car ayant sa griffe ouverte, suit les rails, et dès que ceux-ci ont repris leur direction première, on embraye. Il faut, bien entendu, saisir le câble, avant que celui-ci ait repris sa hauteur ordinaire en contre-bas de la griffe.

On a soin, aux endroits où le gripman doit abandonner le



FIG. 6.

câble, de donner à la voie une légère pente, qui permette au car de franchir ces points morts avec l'aide de la pesanteur.

Le modèle de griffe que nous venons de décrire est celui employé par la Compagnie de Sulter Street.

L'idée des plaques mobiles à champignons est ingénieuse et fournit un moyen simple et élégant de se débarrasser du câble.

Les griffes de Market Street (fig. 7) appartiennent au même genre; mais la disposition additionnelle précédente n'existe pas, et la manœuvre d'abandon du câble est assez compliquée.

Un rouleau cylindrique est placé dans le tube souterrain, au point où doit se faire la manœuvre. Un homme posté sur la voie agit sur un levier qui amène le rouleau au contact du câble, dégage celui-ci de la mâchoire inférieure et le rend libre.

La reprise du câble se fait d'une manière analogue.

Un rouleau conique, placé dans le tube, est relié à une chaîne qui vient aboutir sur la voie. Le conducteur quitte la voiture et tire sur la chaîne. Il amène ainsi le rouleau au contact du câble et, grâce à la forme conique de ce rouleau, le câble est soulevé suivant une courbe qui lui fait contourner la partie inférieure de la griffe et le projette ensuite entre les mâchoires.

Avec ces dispositions, il n'y a plus lieu de dévier les rails, ni de surélever le câble, au point où se fait la reprise.

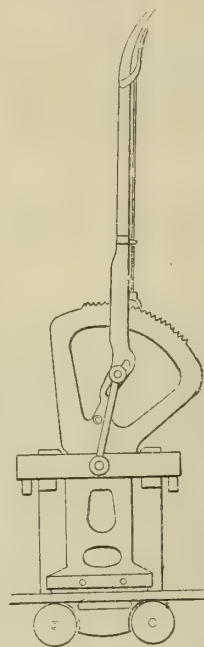


FIG. 7.

Attache de la griffe sur les voitures. — Sauf dans Market Street, la griffe est portée par une voiture spéciale appelée *dummy*, placée à l'avant du car proprement dit. Le *dummy* comporte une coursoire centrale où se tient le gripman chargé de la manœuvre. De chaque côté de cette coursoire se trouvent des banquettes pour les voyageurs. Le service est fait par deux employés, le gripman et le conducteur. Ce dernier se tient l'arrière du car.

Dans Market Street, il n'y a pas de *dummy*. Une seule voiture, assez longue, est portée à ses extrémités par deux chariots à quatre roues, l'un sur l'avant, l'autre sur l'arrière. Chacun d'eux porte une cheville ouvrière, et la caisse de la voiture est montée sur ces deux chevilles. Grâce à cette disposition, les chariots contourneraient aisément les voies courbes, malgré la grande longueur de la voiture.

La caisse du car repose sur les chariots par l'intermédiaire de ressorts. La griffe n'est pas reliée à la caisse même de la voiture, mais seulement au chariot de l'avant, et pénètre dans la voiture par une ouverture pratiquée dans le plancher. De cette manière, les oscillations verticales du car sur ses chariots ne peuvent pas modifier la hauteur de la griffe, ni par suite celle du câble.

Croisements des voies. — Lorsque deux voies se croisent, l'un des câbles doit passer sous l'autre. Il faut donc que la voiture reliée au

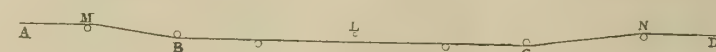


FIG. 8.

câble inférieur abandonne celui-ci en temps voulu, pour le reprendre dès que le croisement est franchi.

Soient ABCD le câble inférieur et L le câble supérieur (fig. 8). On voit que le câble inférieur doit être en contre-bas de sa hauteur normale dans son parcours à travers la rue de croisement.

Un peu avant d'arriver en M, le gripman abandonne le câble, qu'il reprend après avoir dépassé le point N. Le car franchit l'espace mort grâce à la vitesse acquise. On facilite son passage en donnant un peu de pente à la voie.

Voies tournantes. — La Compagnie de Sutter Street a raccordé des rues perpendiculaires, au moyen de tournants que les cars suivent sans abandonner le câble.

La solution de cette question n'a été trouvée qu'après plusieurs années de recherches, et constitue un progrès important dans l'installation des câbles-cars.

Les courbes de raccord ont 13 à 15 mètres de rayon. Une série de poulies, de 0^m50 de diamètre, distantes d'axe en axe de 0^m92, guident le câble dans le tournant. La face inférieure de ces poulies présente un rebord qui supporte le câble.

Le procédé employé pour empêcher la griffe de rencontrer les poulies horizontales est analogue à celui qui permet à la griffe d'éviter les poulies de support sur les voies rectilignes.

Dans ce but, on place les poulies horizontales près du bord de la rainure de la voie, de telle sorte que la griffe puisse passer librement à une petite distance des poulies (fig. 9). Celles-ci étant très rapprochées, le câble est suffisamment guidé, bien que la partie en

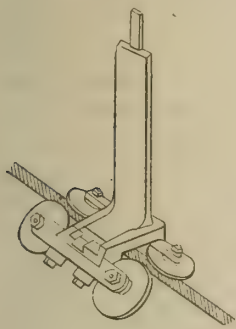


FIG. 9.

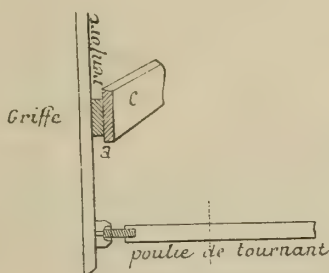


FIG. 10.

prise dans les mâchoires soit près du bord. Mais cela ne suffit pas. Lorsque le car suit un tournant, la griffe passant près du bord des poulies horizontales est fortement appelée par la tension du câble. Il est donc nécessaire de la guider.

Dans ce but, on la munit d'un renfort en tôle *a* (fig. 10) qui glisse sur une bande de fer courbe *c* placée suivant le tournant, un peu au-dessus des poulies.

Pendant que le car suit la courbe, le renfort guide doit rester tangent à la bande de fer. A cet effet, la griffe, au lieu d'être invariablement fixée au chariot de la voiture, est suspendue de manière à pouvoir jouer latéralement autour d'un axe horizontal, ce qui assure le soutien du renfort.

Ce dernier s'use assez rapidement et doit être changé de temps en temps.

Freins. — Certaines rues de San-Francisco présentent des pentes rapides sur lesquelles il serait impossible de stopper, en desserrant simplement les mâchoires de la griffe. Les voitures sont munies de deux freins. L'un est un frein ordinaire, composé de frotteurs qu'on serre sur les jantes des roues. Il y a quatre frotteurs pour le dummy et quatre pour le car proprement dit. Ceux du dummy sont manœuvrés par le gripman à l'aide d'un levier qu'il actionne avec le pied. Ceux du car sont manœuvrés par le conducteur.

Cet appareil permet d'arrêter la voiture graduellement ; mais il serait insuffisant sur certaines voies à pente rapide : la voiture ayant ses roues immobilisées glisserait sur les rails. Aussi emploie-t-on un deuxième frein, beaucoup plus énergique, en forme de patins qu'on applique directement sur les rails. On tend ainsi à soulever le car de ses rails. Cet appareil permet de stopper, dans l'espace de quelques mètres, sur les pentes les plus rapides. Il est manœuvré par le gripman à l'aide d'un levier placé à portée de la main.

J. AUSCHER,
Ingénieur.

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

CHRONIQUE PARLEMENTAIRE

Les Ingénieurs, parmi lesquels le *Génie Civil* compte le plus grand nombre de ses lecteurs, attendent beaucoup du Parlement qui vient de se réunir. Inspirés par le grand spectacle de l'Exposition du centenaire, les anciens députés aussi bien que les nouveaux élus du suffrage universel ont promis d'oublier les querelles stériles, et d'accorder, avant tout, leur attention aux lois d'affaires, aux questions industrielles

et économiques, dont l'examen a été si souvent et si inutilement réclamé. Quant au Sénat, plus riche que l'ancienne Chambre en hommes capables de mener à bien des études qui réclament à la fois de hautes connaissances techniques et l'expérience acquise dans de grandes situations, il suffira qu'il se maintienne dans la voie sage et prudente où il est engagé, pour contribuer à la réalisation des espérances que la nouvelle législature a fait naître parmi nous.

Il n'y a pas lieu d'être surpris si, durant les quelques jours qui se sont écoulés depuis l'ouverture de la Chambre, on s'est plutôt préoccupé de voir comment le travail utile, que chacun désire, pourrait être abordé, que d'aborder ce travail lui-même. Divers projets de résolution ont été présentés, ayant pour but d'instituer de grandes commissions parlementaires permanentes pour l'étude des projets de loi. La Commission d'examen, nommée par les bureaux, ne paraît pas favorable à cette nouvelle organisation, et nous ne pouvons que l'en féliciter. Le pouvoir législatif, représenté par les Commissions, n'a que trop de tendance à se substituer au pouvoir exécutif représenté par les départements ministériels, et tout ce qui pourrait développer cette confusion doit être soigneusement écarté.

Parmi toutes les questions d'affaires étudiées par l'ancienne Chambre, et qu'un député cherchait, dans une proposition faite hier encore, à affranchir des lenteurs de la procédure parlementaire ordinaire, il en est une que la Chambre a dû examiner d'urgence, pour ne pas laisser en souffrance une industrie dont le fonctionnement est de première nécessité : c'est celle de la fabrication des allumettes. Cette fabrication, libre à tous égards jusqu'au moment où nos désastres ont obligé à demander à l'impôt de nouvelles sources de revenus, a été soumise depuis lors et pendant des périodes de longueur très inégale, à deux régimes différents. Dans le premier, dont l'application a duré quelques mois à peine, la fabrication des allumettes était permise à tous, et l'impôt était assuré par la nécessité de poser sur les boîtes des timbres-vignettes délivrés par les Contributions indirectes sur la demande des fabricants. Dans le second système, mis en vigueur par une loi votée le 10 août 1872, et qui subsiste encore aujourd'hui, la fabrication des allumettes est devenue l'objet d'un monopole exploité, non pas directement par l'État, mais par une Compagnie fermière, dont les obligations sont réglées par un cahier des charges accepté par elle, et qui paie à l'État une redevance annuelle de dix-sept millions.

Le traité qui lie les deux parties étant arrivé à son terme, le Ministre des Finances proposait de maintenir dans l'espèce le principe du monopole et de procéder à une nouvelle adjudication sur la base d'un cahier de charges modifié dans un sens plus avantageux pour le Trésor. Un certain nombre de députés demandaient, au contraire, de revenir au premier système, qui n'a pas, suivant eux, été suffisamment éprouvé. Si on s'est plaint de son fonctionnement, si les rentrées de l'impôt ont été insuffisantes et bien au-dessous des évaluations, c'est qu'à son début tout organisme fonctionne mal et que la régie n'était même pas en état de fournir les vignettes à tous ceux qui en faisaient la demande. Il importe donc de ne pas se lier les mains et de rendre la liberté à une industrie, autrefois florissante, qui trouvait à l'étranger des débouchés nombreux et qui, sous le régime actuel, n'assure plus que les besoins du pays et encore d'une manière qui a souvent donné lieu à des critiques justifiées. Telle est, résumée dans ses traits principaux, l'argumentation des adversaires du monopole, et toutes les fois que ce mot est prononcé, il faut s'attendre à voir les discussions s'élargir, mais aussi devenir quelquefois confuses. C'est ce qui est arrivé.

La Chambre, séduite un moment par ces raisons, avait adopté le 21 novembre le principe de la libre fabrication ; quelques difficultés étant survenues dans l'application de ce principe, le Gouvernement a pu, dans la séance du 23, amener la majorité à revenir sur son vote de l'avant-veille, et à rétablir le monopole en le laissant, cette fois, entre les mains de l'État. Cette solution inattendue assure, en tous cas, la perception des 17 millions payés jusqu'à présent par la Compagnie fermière, et laisse à l'administration des finances toute liberté pour supprimer un impôt peu populaire, dès que d'autres ressources auront permis de le remplacer.

Pendant que la Chambre consacrait ainsi une assez grosse part de ses séances à une question intéressant surtout le budget des recettes de l'État, le Sénat reprenait l'examen d'un projet de loi qui doit entraîner une grosse dépense, inévitable malheureusement.

Il s'agit d'un crédit de 58 millions adopté par l'ancienne Chambre, et autorisant le Ministre de la Marine à commander à l'industrie de nouveaux bâtiments de guerre. Rapport a été déposé sur le bureau du Sénat le 21 novembre, et comme l'adoption n'en saurait être douteuse, nous croyons utile d'extraire dès à présent quelques chiffres de cet important document. L'effectif de notre flotte y est comparé avec celui de l'Allemagne, de l'Angleterre et de l'Italie, et il en résulte que si les efforts faits dans ces derniers temps nous ont suffisamment armés de croiseurs, il est loin d'en être ainsi pour les échelons extrêmes de notre puissance navale, à savoir les torpilleurs et les cuirassés. Les navires que le projet de loi autorise à commencer consistent en 3 cuirassés, 4 avisos-torpilleurs, 10 torpilleurs de haute mer et 30 torpilleurs garde-côtes. La dépense inscrite au budget de 1890

ne sera que de 6 millions de francs. Nous nous bornons à cette simple indication, sans toucher davantage à ces questions des constructions navales, qui sont traitées dans le *Génie Civil* avec une grande compétence; mais qu'il nous soit permis d'ajouter une observation d'ordre économique: c'est que le développement simultané des flottes anglaise, allemande et française, conséquence de crédits importants demandés aux Assemblées législatives de ces trois pays, a certainement contribué à la hausse des produits métallurgiques, qui déroutent en ce moment toutes les prévisions. C'est ainsi que les votes des Parlements ont bientôt fait de réagir sur la situation des diverses industries; ceux qui conduisent ces industries ont donc un réel intérêt à être promptement informés de ces votes et de leurs conséquences.

G. BRESSON.

INFORMATIONS

NOUVEAU TACHÉOMÈTRE

Il devient chaque jour plus nécessaire de pouvoir établir l'avant-projet d'une route ou d'un chemin de fer, et l'emploi du tachéomètre s'impose dans toutes les opérations de nivellement qu'exige l'étude d'un avant-projet de cette nature; mais la plupart des instruments employés jusqu'ici nécessitent non seulement des lectures délicates, mais encore des calculs d'après les données de ces lectures, calculs que des agents souvent fort habiles sur le terrain ne savent faire qu'imparfaitement.

M. Charnot, agent-voyer d'arrondissement à Blidah, province d'Alger, a supprimé ces inconvénients en construisant un tachéomètre spécial évitant tout calcul, qui a figuré à l'Exposition universelle de 1889. Cet instrument ne présente rien de particulier pour le mesurage des angles horizontaux ou verticaux, et il peut être employé aux nivellements de précision comme un niveau d'Egault, mais il offre sur les autres appareils analogues l'avantage de donner directement, c'est-à-dire sans aucun calcul, la distance horizontale en centimètres et la déclivité à moins du dix-millième près. Il fournit, par une simple projection d'angles sur l'appareil spécial, la valeur relative des trois côtés de tout triangle, et en prenant l'unité pour un des côtés de l'angle droit, la longueur, à moins du dix-millième près, de chacun des autres côtés des triangles-rectangles.

On voit par là le parti qu'on peut tirer de cet instrument pour les opérations géodésiques ou topographiques, et quelle économie de temps il doit procurer pour les problèmes de triangulation, de piquetage de courbes, etc., qu'il permet de résoudre sur le terrain au moyen des quatre règles d'arithmétique.

Les organes spéciaux du tachéomètre Charnot sont (fig. 1) :

1° La *lunette marine* L à colliers avec ou sans niveau indépendant. Elle est posée librement sur un affût A et peut être retournée sens dessus dessous et bout pour bout;

2° La *bielle* BB', composée de deux pièces principales, la coulisse B et le coulisseau B'. La première de ces pièces est fixée avec rigidité au tourillon de l'affût A par son extrémité supérieure et perpendiculairement à l'axe optique de la lunette L; la deuxième est adaptée au pivot du curseur K par son extrémité inférieure et glisse à frottement doux dans l'intérieur et sur toute la longueur de la coulisse B. Ces dispositions donnent à la bielle BB' la faculté de s'allonger et de se raccourcir, selon la position de la lunette et en ligne rigoureusement droite. Des graduations sur la coulisse B et un vernier sur le coulisseau B' indiquent, à moins du dix-millième, l'amplitude des variations dans la longueur;

3° Le *curseur* K. Il se meut horizontalement sur la règle altimétrique R en entraînant la bielle BB' avec lui, pendant que celle-ci imprime à la lunette L les mouvements de rotation verticale qu'exigent les pointés;

4° La *règle altimétrique* R placée parallèlement d'une part au plan vertical de l'axe optique de la lunette L et, d'autre part, aux cercles horizontaux, au-dessus et à une distance déterminée de l'axe de rotation du tourillon de l'affût A. Elle est graduée pour la lecture de la déclivité

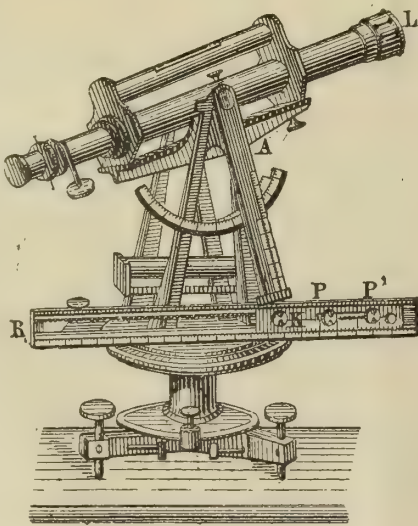


FIG. 1. — Tachéomètre Charnot.

du pointé d'un côté jusqu'à un pour un, et de l'autre jusqu'à un-demi pour un. Un vernier sur le curseur K permet d'apprécier cette déclivité à moins du dix-millième.

5° Les deux *pincettes stadimétriques* PP'. On serre l'une ou l'autre de ces pincettes aussitôt après avoir fait le pointé sur la mire, pour limiter la course à imprimer ensuite au curseur K, sur la règle altimétrique R, et avoir, entre les deux directions de la lunette L sur la mire, une longueur verticale qui soit à la direction horizontale comme la longueur parcourue par le curseur K est à la longueur de la bielle BB' dans la position verticale. L'opérateur règle à son gré et à l'avance la course du curseur K; il la fait généralement égale, pour une des pincettes, au dixième, et, pour l'autre, au cinquième de la longueur verticale de la bielle, de sorte qu'un mètre de distance horizontale est représenté sur la mire par dix centimètres dans le premier cas et deux centimètres dans le second.

Toutes les observations passent exactement par les centres et ne nécessitent ni rectifications dans l'altitude, ni addition ou soustraction d'une constante quelconque dans la distance.

En résumé, ce nouvel instrument permet d'exécuter rapidement et sûrement toutes les opérations topographiques et géodésiques, les plus simples comme les plus compliquées.

A. DEBAINS,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Adjudications de fils et de poteaux télégraphiques et de gomme pour les timbres-poste.

L'Administration des Postes et Télégraphes a procédé, le 21 novembre, rue de Grenelle, à deux importantes adjudications: une de 210 000 kilogrammes de fils de cuivre et de bronze et de 12 000 manchons en cuivre, l'autre de 66 000 poteaux télégraphiques en bois injecté.

Ces poteaux, dont 36 000 ont une longueur de 8 mètres et 30 000 une longueur de 6^m 50, sont injectés au sulfate de cuivre par les procédés dits de *pression*. Les adjudicataires sont responsables de la conservation des bois pendant cinq années, jusqu'au 31 décembre 1895.

D'après l'expérience, on admet que la proportion des poteaux qui peuvent être mis hors de service sous l'influence des actions diverses auxquelles sont soumis les appuis des lignes télégraphiques, est la suivante: néant la première année, un pour mille la deuxième année, quatre pour mille la troisième année, neuf pour mille la quatrième année et seize pour mille la cinquième année. Dans le cas où le nombre des poteaux réformés dépasserait cette proportion, les adjudicataires devront restituer au Trésor 7 fr. 50 par arbre de 6^m 50 et 40 francs par arbre de 8 mètres.

Une autre adjudication a eu lieu, le 26 novembre, à la direction des Postes et Télégraphes. Il s'agissait de passer un marché pour la fourniture de 40 000 kilogr. de gomme nécessaire à la fabrication des timbres-poste pour l'année 1890. Ce marché est plein d'aléas pour les soumissionnaires, car le produit qu'ils se chargent de procurer passe par des alternatives fréquentes de hausse et de baisse. La gomme du Sénégal vaut parfois 200 et 240 francs les 100 kilogr.

Cette quantité relativement considérable de gomme doit servir à la fabrication de un milliard et demi de timbres. Dans ce nombre figurent presque uniquement les treize sortes de timbres français: les timbres des colonies, de Monaco et de la Tunisie n'entrent dans ce total que pour le chiffre de sept millions et demi.

En 1875, lorsque l'administration des Postes et des Télégraphes commença elle-même à fabriquer ses timbres, elle n'eut à en mettre en circulation que 700 millions. Ce chiffre s'éleva chaque année, et l'on voit qu'il aura plus que doublé en 1890.

Deux cent quarante personnes sont employées à cette fabrication. L'une des besognes les plus importantes est le « comptage » des feuilles, qui contiennent chacune 300 timbres. Ce papier n'est pas compté et contrôlé moins de treize fois, et les frais de comptage sont supérieurs à ceux de l'impression.

Le « gommage » est fait mécaniquement. Lorsque les feuilles sont imprimées, on les fait passer sous des cylindres enduits de gomme. Ce n'est qu'après, lorsqu'elles sont sèches, qu'a lieu l'opération dite du « perforage », par laquelle on entoure chaque timbre d'une ligne de points ajourés.

Construction d'un pont métallique à la Guadeloupe.

M. Tirard, ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, vient de soumettre à la signature du Président de la République un décret par lequel la colonie de la Guadeloupe est autorisée à emprunter une somme de deux cent cinquante mille francs pour la construction d'un pont métallique sur la Rivière Salée.

Cet emprunt pourra être réalisé, soit avec publicité et concurrence, soit de gré à gré, soit par voie de souscription avec faculté d'émettre des obligations au porteur ou transmissibles par voie d'endossement.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

L'INDUSTRIE DU PÉTROLE À L'EXPOSITION DE 1889

(Planche XIX.)

Dans la liste déjà longue des conquêtes de la science et de l'industrie au XIX^e siècle, dont l'Exposition universelle vient de nous offrir une magnifique vue d'ensemble, on peut remarquer que la tendance constante des inventeurs, des savants, des industriels dans ces dernières années, a été de faciliter au plus grand nombre l'accès d'un large bien-être matériel.

Parmi les diverses forces dont l'utilisation industrielle a été poursuivie avec le plus d'énergie, il faut citer l'électricité, le gaz, le pétrole. L'électricité et le gaz dans leurs diverses applications à l'éclair-

leçon de choses, qui avait été réalisée par MM. Deutsch dans leur remarquable exposition panoramique du pétrole, au pont d'Iéna, sur le quai de la Seine, d'une façon à la fois très originale et très rationnelle aussi. Le Pavillon (fig. 1) dans lequel ils avaient installé leur exposition, n'était autre qu'un immense réservoir à pétrole (1). Au rez-de-chaussée, dans une galerie circulaire, était disposée une série de vitrines renfermant les appareils, les outils, etc., servant à l'extraction du pétrole et du naphte, ainsi que des plans, modèles, photographies, relatifs au raffinage et au transport des divers produits bruts et raffinés.

En face de ces vitrines et sur le pourtour dans lequel se trouvaient les escaliers conduisant à la plate-forme du premier étage, figuraient des vues, perspectives, aquarelles, photographies représentant les divers établissements de France, d'Espagne, d'Autriche-Hongrie, de

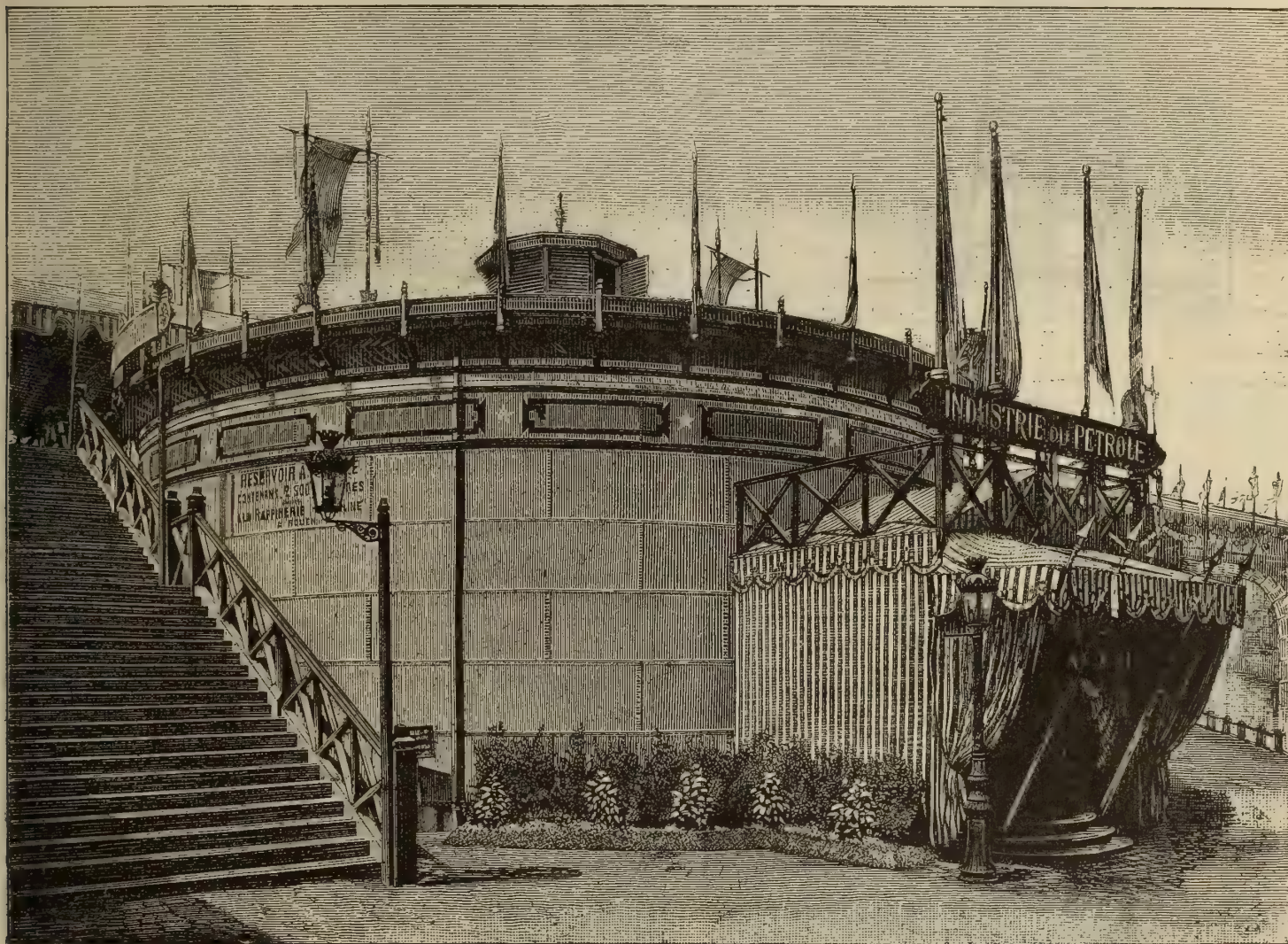


Fig. 1. — Exposition panoramique du pétrole, de MM. Deutsch, au pont d'Iéna (Champ de Mars).

rage et à la production du travail mécanique s'installaient au Champ de Mars dans de vastes bâtiments spéciaux ; il était tout naturel que le pétrole, dont la précieuse utilisation, récente encore, constitue une des plus intéressantes découvertes de notre siècle, et dont les applications occupent déjà une si grande place dans l'histoire du travail et de l'amélioration des conditions matérielles de l'existence, participât, d'une façon toute spéciale, à la grande manifestation industrielle de l'Exposition de 1889.

MM. Deutsch, dont le père, Alexandre Deutsch, fut, en 1860, un des premiers à rechercher les procédés pour le raffinage et les applications de ce produit, qui était alors tout nouveau, ont tenu à montrer, sous une forme attrayante et instructive, l'importance technique et commerciale de cette nouvelle industrie. Aussi, ne se sont-ils pas bornés, comme on l'avait fait jusqu'ici, à exposer seulement des matières premières et des produits. Ils ont voulu faire voir les opérations successives qui conduisent des unes aux autres, et faire passer sous les yeux du public les différentes phases de l'exploitation minière, industrielle et commerciale du pétrole, depuis son extraction jusqu'à sa complète élaboration.

C'est cette idée vraiment pratique, de faire au public une véritable

Russie et d'Amérique, créés directement par MM. Deutsch ou auxquels ils prêtent leur concours le plus actif.

De cette galerie, deux escaliers conduisaient à la plate-forme du premier étage, d'où se déroulaient aux yeux des spectateurs les deux vues panoramiques (pl. XIX) peintes par M. Poilpot, d'après les nombreux documents et indications fournis par MM. Deutsch, et représentant une partie des deux gisements pétrolifères les plus intéressants du globe.

Nous avons tenu à rappeler en quelques mots les parties principales de cette belle exposition panoramique, dont l'entrée était gratuite et devant laquelle se sont succédé chaque jour, pendant six mois, des milliers de visiteurs, qui pouvaient, avec un peu d'imagination, se croire transportés au milieu de ces pays lointains que la nature a si richement dotés du précieux liquide.

Mais cette exposition, si variée et si pittoresque dans ses détails, n'était pourtant qu'une partie de l'exposition d'ensemble de l'industrie du pétrole conçue et installée par MM. Deutsch.

Celle-ci se divisait, en effet, en deux parties bien distinctes : 1^o l'ex-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIV, n^o 23, p. 373.

position dite *panoramique*, concernant l'exploitation et le raffinage; 2° les applications du pétrole à l'éclairage, au chauffage et à la force motrice.

Pour que cette seconde partie de l'exposition fût complète, M. Henry Deutsch avait réuni, avec le concours des exposants de la classe 27 (appareils et procédés de chauffage et d'éclairage) et de la classe 51 (matériel des arts chimiques), dans un pavillon annexe, un ensemble à peu près complet de toutes les utilisations du pétrole; de telle façon que le visi-

niques, apparents ou latents, dont l'écorce terrestre est le siège, comme Humboldt en a émis l'idée, confirmée en partie par des géologues contemporains? Ces trois explications ont leurs partisans et leurs contradicteurs.

Les gisements de pétrole. — Le pétrole se rencontre en plusieurs régions du globe, dont deux surtout sont particulièrement favorisées au

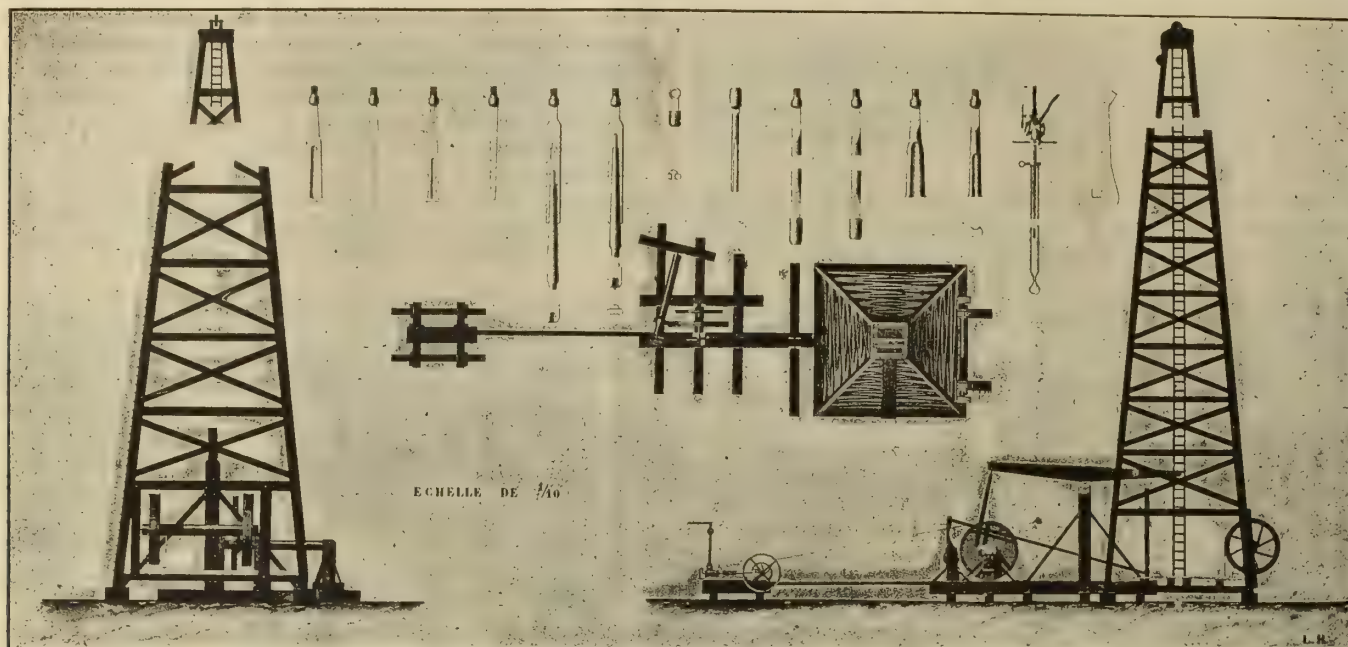


FIG. 2. — Modèles de puits et d'appareils de forage américains.

teur pouvait en suivre les transformations successives depuis son extraction des profondeurs de la terre jusqu'à la lampe du consommateur.

Nous allons maintenant passer en revue les principales parties de l'industrie du pétrole, depuis son origine jusqu'aux dernières applications à l'économie domestique et à l'industrie.

L'EXTRACTION DU PÉTROLE

Origine. — Le pétrole est connu depuis la plus haute antiquité, mais

point de vue de la richesse des gisements : les États-Unis d'Amérique et le Caucase.

Les études des différents gisements ont montré que les pétroles existent à différents étages de la croûte terrestre, sans appartenir à un horizon géologique nettement déterminé. Ils sont généralement accompagnés de gaz combustibles de la famille du grisou, d'eaux salées et de combinaisons sulfureuses. On a été ainsi conduit à concevoir les gisements de pétrole comme constitués par une couche inférieure d'eau plus ou moins salée, une couche intermédiaire de

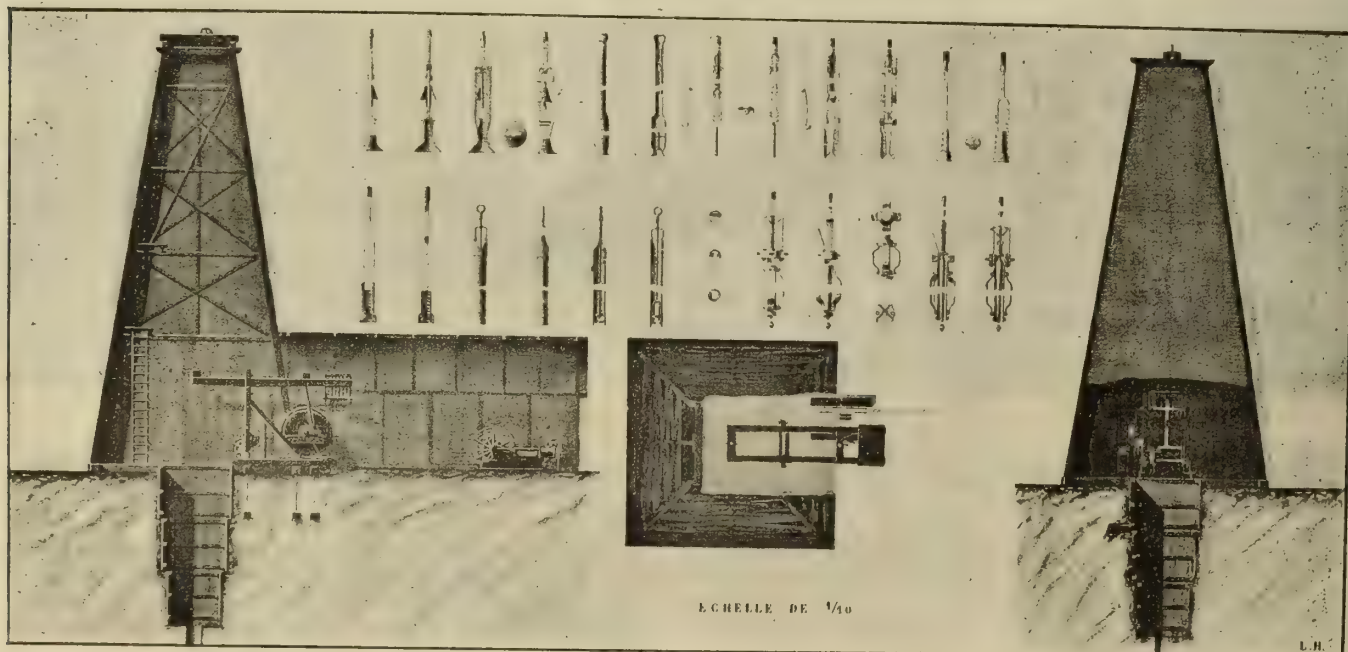


FIG. 3. — Modèles de puits et d'appareils de forage russes.

ses applications aux usages domestiques et industriels datent à peine de vingt ans. Depuis qu'il a pris rang dans l'industrie, on ne sait, pas plus exactement que le premier jour, quelle origine géologique lui attribuer. Est-il produit par la décomposition lente, au sein de la terre, de végétaux et d'animaux antédiluviens, comme on le prétend en Amérique et comme autorisent à le croire des expériences toutes récentes du chimiste allemand Engler? Résulte-t-il de réactions purement chimiques qui se sont manifestées et se manifestent encore à l'intérieur du globe, suivant les théories de Berthelot et de Mendéléeff? Est-il une conséquence des phénomènes volca-

pétrole et une couche supérieure de gaz ou de vapeurs de pétrole. Dans les conditions naturelles, il peut arriver que le pétrole parvienne à la surface du sol par des fissures et forme une source coulante ou des suintements abondants; les sources jaillissantes se produisent lorsqu'on fore un puits et qu'on ouvre un passage au liquide chassé par la pression du gaz : sources jaillissantes ou coulantes tarissent rapidement, et l'extraction du pétrole se poursuit, sauf dans quelques exceptions, au moyen de pompes mues par la vapeur.

Il faut donc aller chercher le pétrole à des profondeurs variables d'un pays à l'autre, et même souvent d'une localité à une autre dans

EXPOSITION PANORAM

AU PONT D

Vue d'un district pétro



Puits jaillissant
(Flowing well).

Smith farm

Route de Canonsburg
à Washington.

Vue du district pétrolifère du plateau



Puits abandonné
Chibaeff et C°.

Conduite de tuyaux
du réservoir de naphte.

Installation Nobel frères.

Village de Balakané.

Fontaine de naphte en feu.
Station de pompage
de la Société de Bakou.

Puits jaillissant.

Réservoirs de naphte.

Puits de la Société comm
mer Caspie
(Soc

MIQUE DU PÉTROLE
D'ÉNA

ère en Pensylvanie.



Réservoirs à pétrole
(Ewings mill).

Chartiers railroad

Station de remplissage des wagons-citernes
(Ewings mill).

Station de Pipe-Lines
(Ewings mill).

e Balakané, près Bakou (Caucase).



le et industrielle de naphte
et mer Noire
(Bnito)

Incendie d'un bassin de naphte.
Route de Mochtaghi.

Flaques de naphte.

Village et station de chemin de fer
de Sabountchy.

Conduite de tuyaux
allant à Bakou
(80 kilomètres).

le même pays. Aux États-Unis, les puits sont, en général, plus profonds qu'au Caucase ; mais, dans ce dernier pays, au fur et à mesure

On retire alors la tige au moyen du treuil de levage, et on la remplace par la pompe à sable pour débarrasser le trou. Les opérations

se reproduisent ensuite dans le même ordre, sauf accident ou remplacement d'un trépan usé. Au fur et à mesure de l'avancement des travaux, on garnit intérieurement le puits d'un coffrage en bois à la partie supérieure, puis d'un tubage simple ou double en fer pour faciliter le départ des gaz combustibles qui sont recueillis et utilisés au chauffage de la machine à vapeur. On prévient les infiltrations dans le puits des eaux de la surface au moyen d'un sac de graine de lin ou d'un cuir embouti.

Il ne reste plus maintenant qu'à atteindre le niveau de l'huile. Lorsqu'on y est parvenu, on loge à l'intérieur du puits une pompe à piston plongeur dont la tige est fixée au balancier. L'huile est ainsi refoulée dans le tube de forage, et, de là, conduite par des tuyaux jusqu'aux réservoirs d'emmagasinage. Quelquefois, pour augmenter la production du puits, on le torpille, c'est-à-dire qu'on introduit au fond une charge de dynamite dont l'explosion disloque les terrains avoisinants, ouvre des passages pour le pétrole, et facilite son extraction en



FIG. 4. — Vue extérieure de derricks (puits à pétrole) en Amérique.

que l'extraction augmente, il faut pousser plus avant les sondages, et | lui créant un réservoir souterrain.

Le matériel de forage, de création américaine, ne diffère d'une contrée à l'autre que par des modifications de détail. Simple et léger pour des puits à faible section comme en Amérique, il deviendra comparable à celui des puits artésiens dans les terrains où on est obligé de recourir aux grands diamètres de tubages.

L'atelier du puits se compose, aux États-Unis comme au Caucase, d'un derrick, charpente en bois au sommet de laquelle est montée une poulie où passe le câble qui permet de descendre et de remonter la tige de sonde (fig. 2, 3, 4 et 5). Des constructions sommaires abritent la machine à vapeur, qui, par l'intermédiaire d'une grande poulie-volant, commande les différents appareils mécaniques : le balancier pour le battage du trépan, le treuil de service de la pompe à sable et le treuil de levage pour la manœuvre de la tige de sonde. Ces trois appareils sont employés, chacun à leur tour, suivant l'avancement des travaux. Des modèles de derricks se trouvaient dans la galerie circulaire de l'exposition du pétrole et montraient les dispositions généralement adoptées dans leur établissement.

La tige de sonde américaine se compose d'un trépan ou burin à la partie inférieure, et au-dessus d'une allonge ou barre de fer de 8 à 9 mètres de longueur, des étriers ou glissières, d'une allonge semblable à la précédente, mais moins longue (5 ou 6 mètres), et de la fourchette d'attache par laquelle la tige est reliée au câble du treuil de levage. Pour les gisements peu profonds, on se contente du trépan, de l'allonge inférieure et d'un anneau d'attache ; la tige de sonde est menée directement par le câble du treuil de levage, d'où le nom de *sondage à la corde* donné à l'opération. Si l'on descend plus bas que 70 ou 80 mètres, on équipe la tige de sonde complète, et le battage du trépan s'effectue au moyen du balancier, qui porte à une de ses extrémités la tige soutenue par l'intermédiaire de la vis d'avancement. Les modèles et les dessins de la galerie circulaire donnaient mieux que toute description une idée exacte des différentes pièces que nous venons d'énumérer.

La tige de sonde montée dans le derrick est introduite dans le trou où doit être foré le puits ; elle est accrochée au balancier qui la soulève et l'abaisse alternativement. Le trépan désagrège et broie la roche par des chocs répétés jusqu'à ce qu'il soit descendu de la longueur de la vis d'avancement.



FIG. 5. — Vue intérieure d'un puits à naphte, à Bakou (Caucase).

L'exploitation des gisements du Caucase se poursuit d'après la même méthode, à cela près que l'inclinaison des couches, la nature

du sous-sol et le diamètre du puits obligent presque toujours à recourir à un matériel plus puissant. La tige de sonde est alors constituée comme pour les puits artésiens, d'un trépan à la partie inférieure, et au-dessus, d'une série d'allonges en nombre variable, finalement rattachées au balancier par un crochet à anneau tournant.

mélange de différents carbures d'hydrogène, gazeux ou volatils, à la température ordinaire, dont le dégagement dans le derrick pourrait produire des explosions et des incendies. Ces gaz passent entre les deux tubes du puits, et, à la surface du sol, dans une conduite spéciale qui débouche, soit dans l'air, soit dans le foyer de la chaudière,

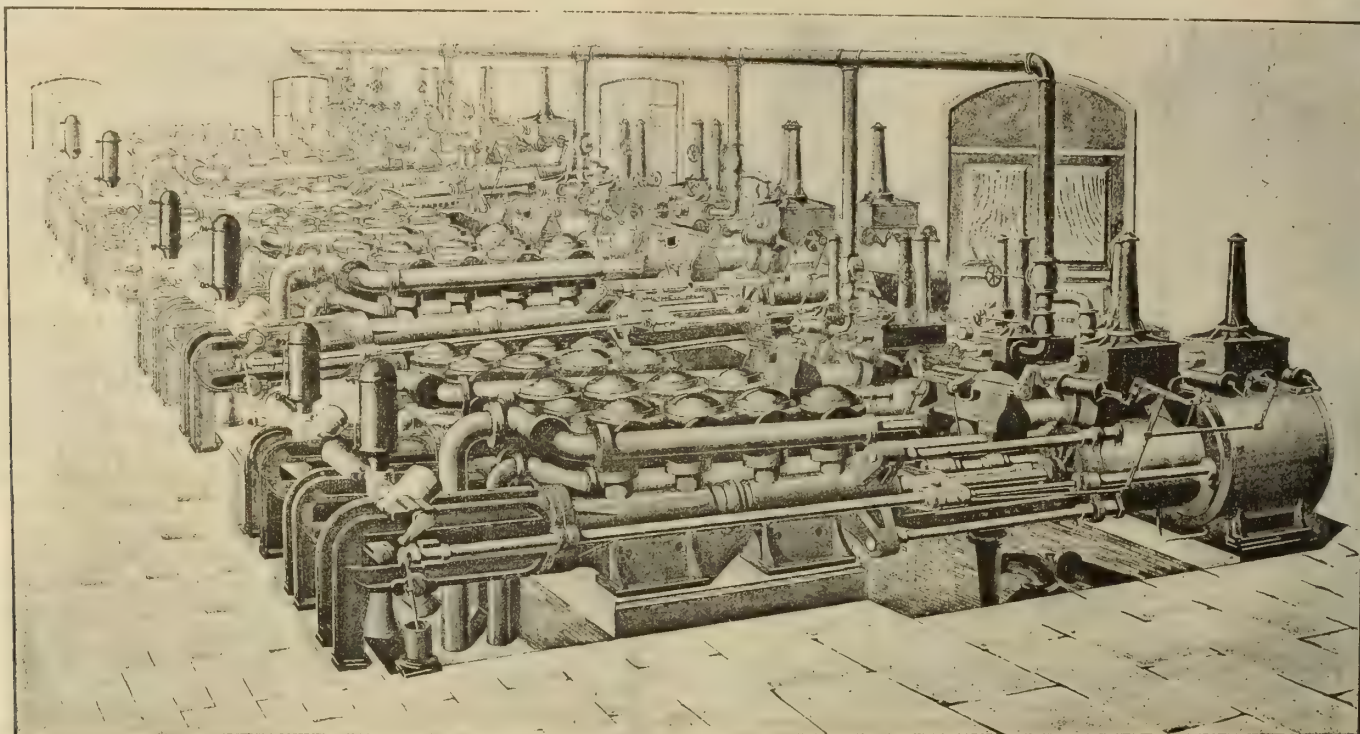


FIG. 6. — Station de pompes Worthington de pipe-lines.

Dans des opérations de ce genre, les accidents sont à prévoir, surtout les ruptures de la tige de sonde ou du trépan. Pour saisir et repêcher les pièces tombées au fond du puits, on emploie les pinces de différents modèles, la caracole, et s'il faut exercer des efforts énergiques, les cloches à vis. On conçoit quelles difficultés présentent

de manière à prévenir tout accident. L'huile, refoulée par la pompe dans le tube central du puits, se rend directement dans les bassins ou réservoirs de repos, où, en vertu de sa moindre densité, elle se sépare des eaux salées ou non, des débris de roche, sable, etc., aspirés avec elle.

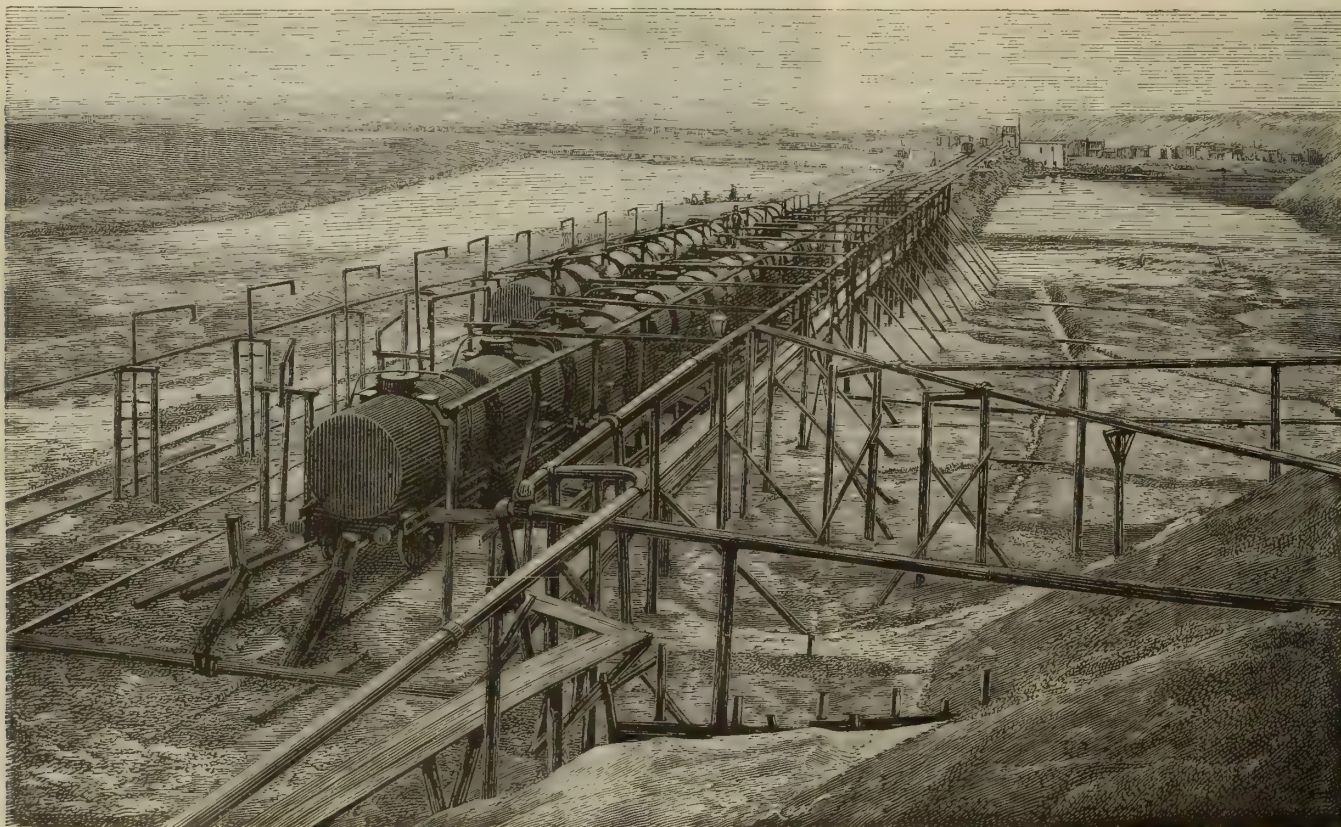


FIG. 7. — Station de wagons-citernes pour le transport du naphte en Russie.

des opérations de recherches poursuivies à une profondeur de plusieurs centaines de mètres; il est rare qu'elles réussissent, et bien souvent on en est réduit à abandonner le forage en cours pour creuser un nouveau puits à côté.

Exploitation des gisements. — Du gisement mis en communication par le puits avec l'atmosphère extérieure, il sort des gaz combustibles,

Les puits, souvent très rapprochés les uns des autres, ont, suivant l'importance de leur production, un plus ou moins grand nombre de réservoirs, d'où l'huile brute peut être expédiée aux raffineries et aux magasins d'exportation.

Transport du pétrole par les pipe-lines. — Lorsqu'il s'agit de faibles quantités et que la distance est peu considérable, le transport du pé-

trôle s'effectue généralement dans des barils en bois, dans des wagons ou dans des bateaux-citernes. Le premier de ces modes de transport a été employé au début des exploitations et sert encore pour les livraisons de détail; mais avec les développements de la production, il est devenu complètement insuffisant, et, dès qu'on a été conduit à traiter industriellement des millions d'hectolitres, comme cela est arrivé

la plus rapprochée, où elle est emmagasinée dans les réservoirs; elle est ensuite envoyée dans une conduite de 125 à 150 millimètres de diamètre, appelée conduite principale, passe par les différentes stations de pompes échelonnées sur le parcours, et arrive finalement aux immenses réservoirs où s'approvisionnent les raffineries locales et les navires à destination de l'étranger.



FIG. 8. — Wagon-citerne pour le transport du pétrole en Amérique.

pour les grandes Sociétés américaines et russes, il a fallu recourir à des procédés moins primitifs pour amener les pétroles des puits aux raffineries.

Le problème a été résolu aux États-Unis, d'une façon fort heureuse, par la construction d'un réseau de canalisations spéciales d'un développement total de plusieurs centaines de kilomètres, et par l'établis-

Ces canalisations, dont les vues panoramiques reproduisaient les dispositions ordinaires, sont désignées sous le nom de *pipe-lines* (lignes de tuyaux). Elles ont pris aux États-Unis un immense développement dont quelques chiffres donneront une idée.

Le transport du pétrole par les pipe-lines est actuellement exploité par plusieurs Compagnies :



FIG. 9. — Établissements et docks d'embarquement pour le service des raffineries de MM. Deutsch, à Philadelphie.

sement, le long de ces canalisations, d'une série de stations de pompes destinées à refouler le pétrole (fig. 6). Dans ce système, dont l'application s'est heurtée au début à des difficultés de toute nature, l'huile est, à sa sortie des puits, recueillie dans les réservoirs placés dans le voisinage; elle se rend de là, par des tuyaux de faible diamètre, en profitant de la pente naturelle ou en employant les pompes, à la station

L'une est la *Tide Water Pipe Company*, dont la maîtresse conduite va de Rixford à Tamascud, sur une longueur de 275 kilomètres. La *National Transit Company* et la *United Pipe line* sont incomparablement plus importantes; elles embrassent toutes les exploitations de la Pennsylvanie et possèdent au moins cinq grandes lignes qui vont jusqu'aux bords de l'Océan :

1^o Ligne de New-York, en tuyaux de 150 millimètres, longueur 473^{km} 6, renfermant 11 stations de pompes et divisée, par suite, en 11 sections, chacune de 40 à 48 kilomètres de longueur ;
 2^o Ligne de Philadelphie, en tuyaux de 150 millimètres, longueur 372 kilomètres, divisée en 7 sections ;

Pour la *Tide Water Pipe Company* :

275 kilomètres en tuyaux de 150 millimètres.			
25,5	—	—	100 —
145	—	—	75 —
544	—	—	50 —



FIG. 40. — Tank-steamer *Prudentia* pour le service des raffineries de MM. Deutsch. — Vue du navire-citerne débarquant à l'usine *la Luciline*, à Rouen-Quévilly.

3^o Ligne de Cleveland, en tuyaux de 125 millimètres, longueur 164 kilomètres, divisée en 4 sections ;

4^o Ligne de Baltimore, en tuyaux de 125 millimètres, longueur 106 kilomètres ;

5^o Ligne de Buffalo, en tuyaux de 100 millimètres, longueur 101 kilomètres.

Les longueurs de conduites exploitées en 1884 étaient :

Au point de vue de l'emmagasinage du pétrole, ces Sociétés disposaient à la même date dans les différentes stations de pompes :

Les premières, de :

1 028 réservoirs en fer de 60 000 hectolitres chacun.			
472	—	—	42 500 —
21	—	—	35 000 —
125	—	en bois	2 000 —

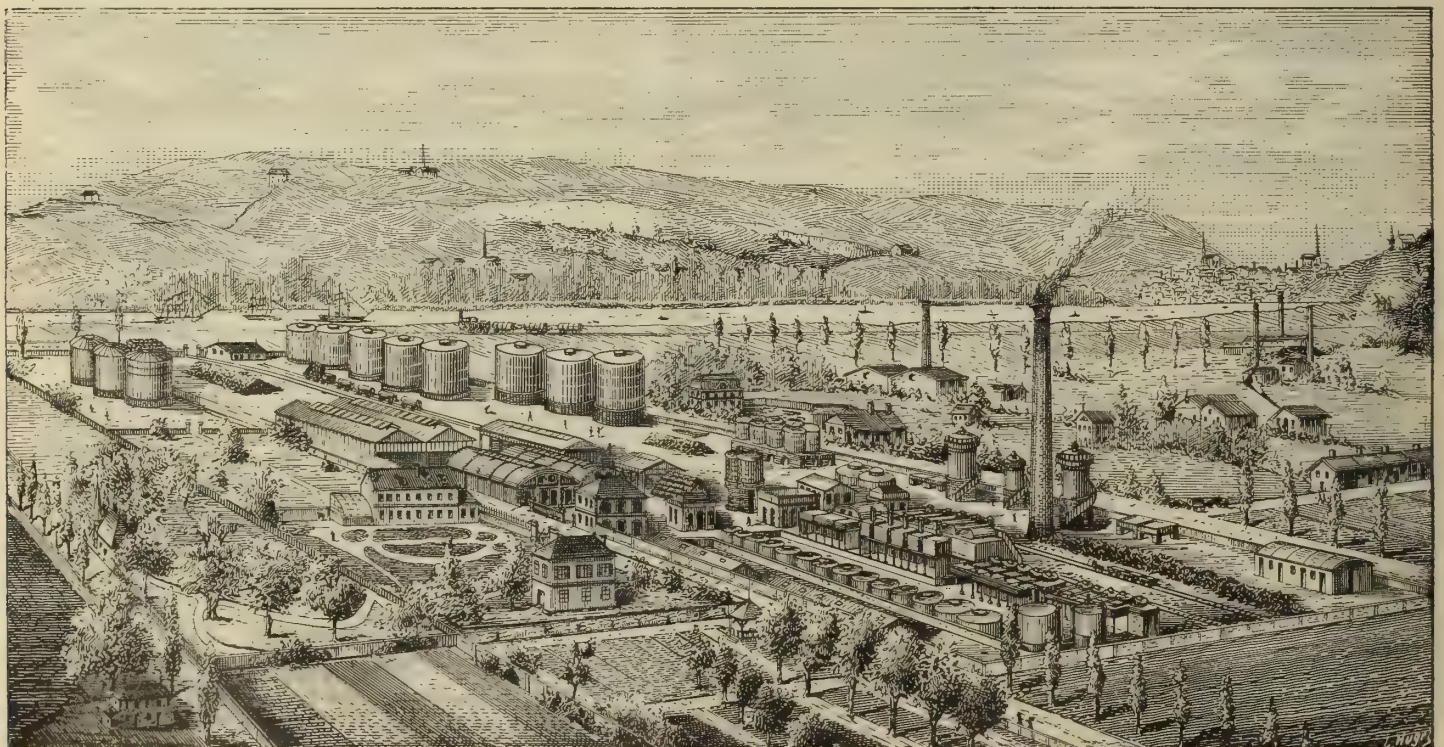


FIG. 41. — ÉTABLISSEMENTS DES FILS DE A. DEUTSCH (France). — Raffinerie *la Luciline*, à Rouen-Quévilly.

Pour la *National Transit Company* et la *United Pipe line* :

1 782 kilomètres en tuyaux de 150 millimètres.			
296	—	—	125 —
476	—	—	100 —
586	—	—	75 —
7 915	—	—	50 —

La dernière, de :

48 réservoirs en fer de 60 000 hectolitres chacun.			
12	—	—	42 500 —
35	—	en bois	2 000 —

La capacité totale d'emmagasinage s'élevait ainsi à près de 80 millions d'hectolitres.

Au Caucase, les canalisations de pétrole sont moins développées, parce que les raffineries et les ports d'embarquement sont plus rapprochés des gisements. Il est question cependant d'imiter le système américain pour le transport des pétroles bruts de Bakou sur la mer

Conduite de la *Société industrielle et commerciale de naphte* (Bnito) en tuyaux de 75 millimètres, longueur 8 530 mètres ;

Conduite de la *Société Caspienne* en tuyaux de 100 et 125 millimètres, longueur 12 800 mètres.

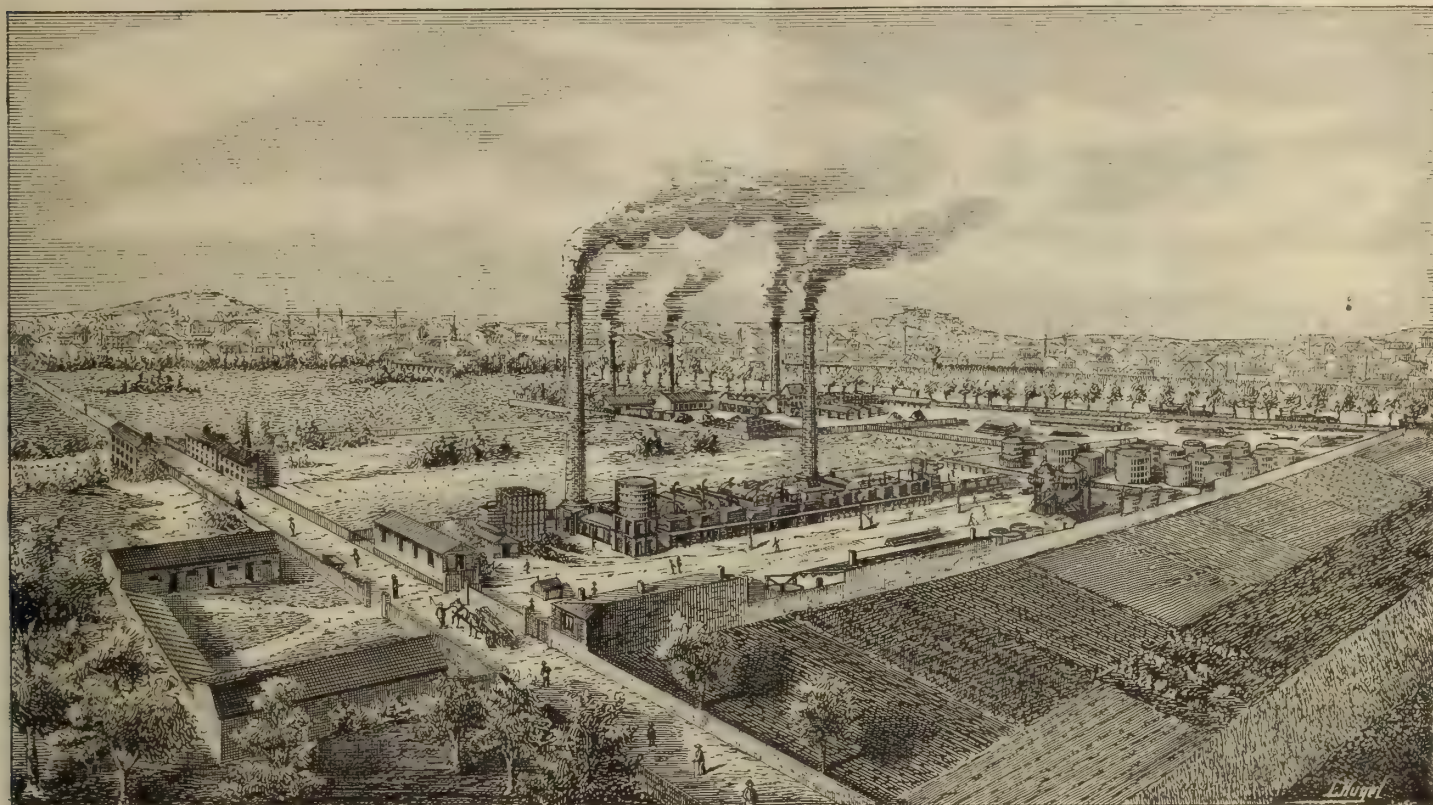


FIG. 12. — ÉTABLISSEMENTS DES FILS DE A. DEUTSCH (France). — Ancienne et nouvelle usine du Rouvray, à Pantin (Seine).

Caspienne, à Batoum sur la mer Noire; mais ce projet n'est pas encore entré dans la période d'exécution. Jusqu'à présent on s'est contenté, sur le littoral de la mer Caspienne, d'établir un certain nombre de conduites, de longueur très faible par rapport à celle des canalisations

Barils, wagons-citernes et navires pétroliers. — Nous venons de voir comment a été résolue la question du transport du pétrole, lorsqu'on opère sur de grandes masses et sans sortir du pays d'origine. Il nous reste à indiquer les moyens employés pour des expéditions de

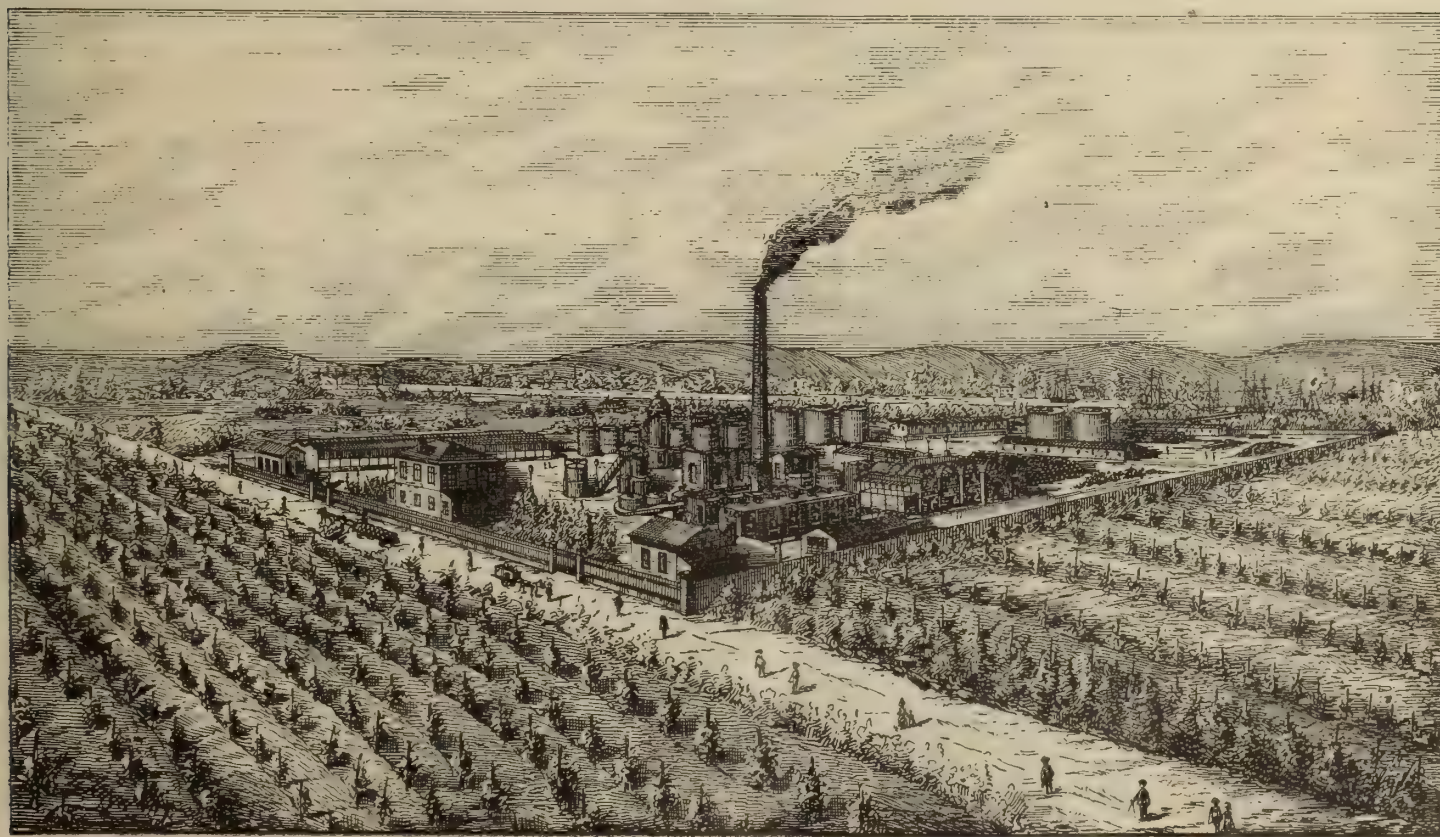


FIG. 13. — ÉTABLISSEMENTS DES FILS DE A. DEUTSCH (France). — Vue de la raffinerie de Saint-Loubès (Gironde).

tions américaines, qui amènent aux raffineries de Bakou le pétrole des puits du plateau de Balakhany. Nous indiquons ci-dessous les plus importantes :

Conduite *Nobel* en deux tuyaux de 100 et 125 millimètres, longueur de chacune des lignes, 12 200 mètres ;

moins importante, comme sont celles de l'exportation. Les barils, les wagons-citernes et les bateaux-citernes répondent à tous les cas qui peuvent se présenter.

Les barils, en chêne, ont une capacité de 180 litres environ ; ils sont de plus en plus réservés aux expéditions de produits raffinés, et

on leur préfère pour les pétroles bruts les wagons-citernes ou les bateaux-citernes, que l'on remplit au moyen des ateliers de chargement. Dans la partie du Panorama consacrée aux États-Unis était représenté le chargement d'un train de wagons-citernes : le long d'une

Le wagon-citerne (fig. 8) ne nécessite pas de description : c'est un cylindre en tôle, fermé aux deux extrémités, surmonté en son milieu d'un dôme comme les chaudières à vapeur, et logé sur un châssis en bois. Quant aux réservoirs des bateaux-citernes, leur forme dépend du

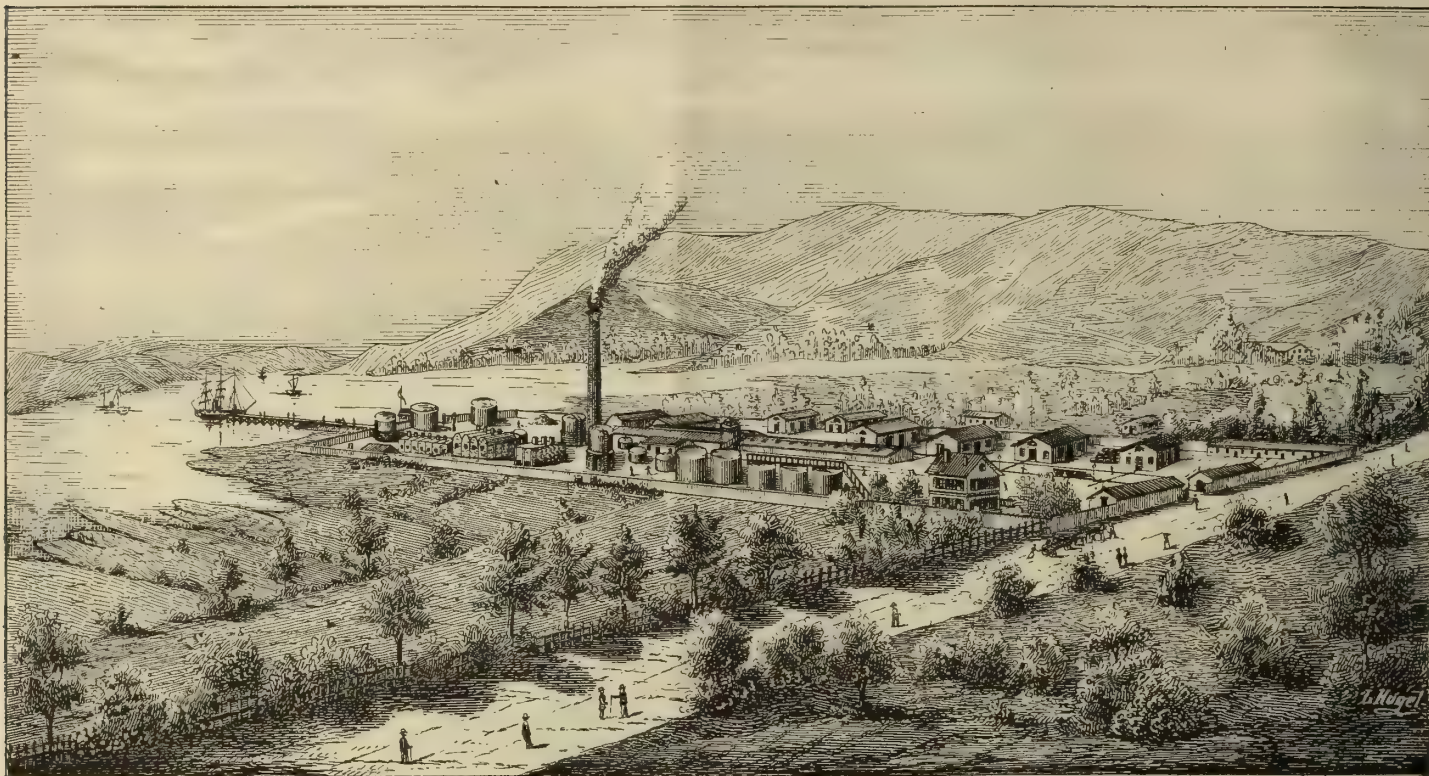


FIG. 14. — ÉTABLISSEMENTS DE MM. DEUTSCH ET C^{ie} (Espagne). — Vue de la raffinerie la *Cantabrica*, à Santander.

estacade en charpente formant quai (fig. 7), court une grosse conduite qui est alimentée par les réservoirs, et d'où partent des branchements espacés de la longueur d'un wagon. Devant chaque branchement on amène un wagon, dans le réservoir duquel on fait déboucher l'extrémité mobile du branchement, et cette manœuvre exécutée, il n'y a

creux du bateau et est étudiée de manière à perdre le moins de place possible.

Pour les transports par mer, les navires pétroliers, qui primitivement étaient chargés de barils, ont été d'abord construits avec un entrepont dans lequel on peut loger des barils, et une cale divisée

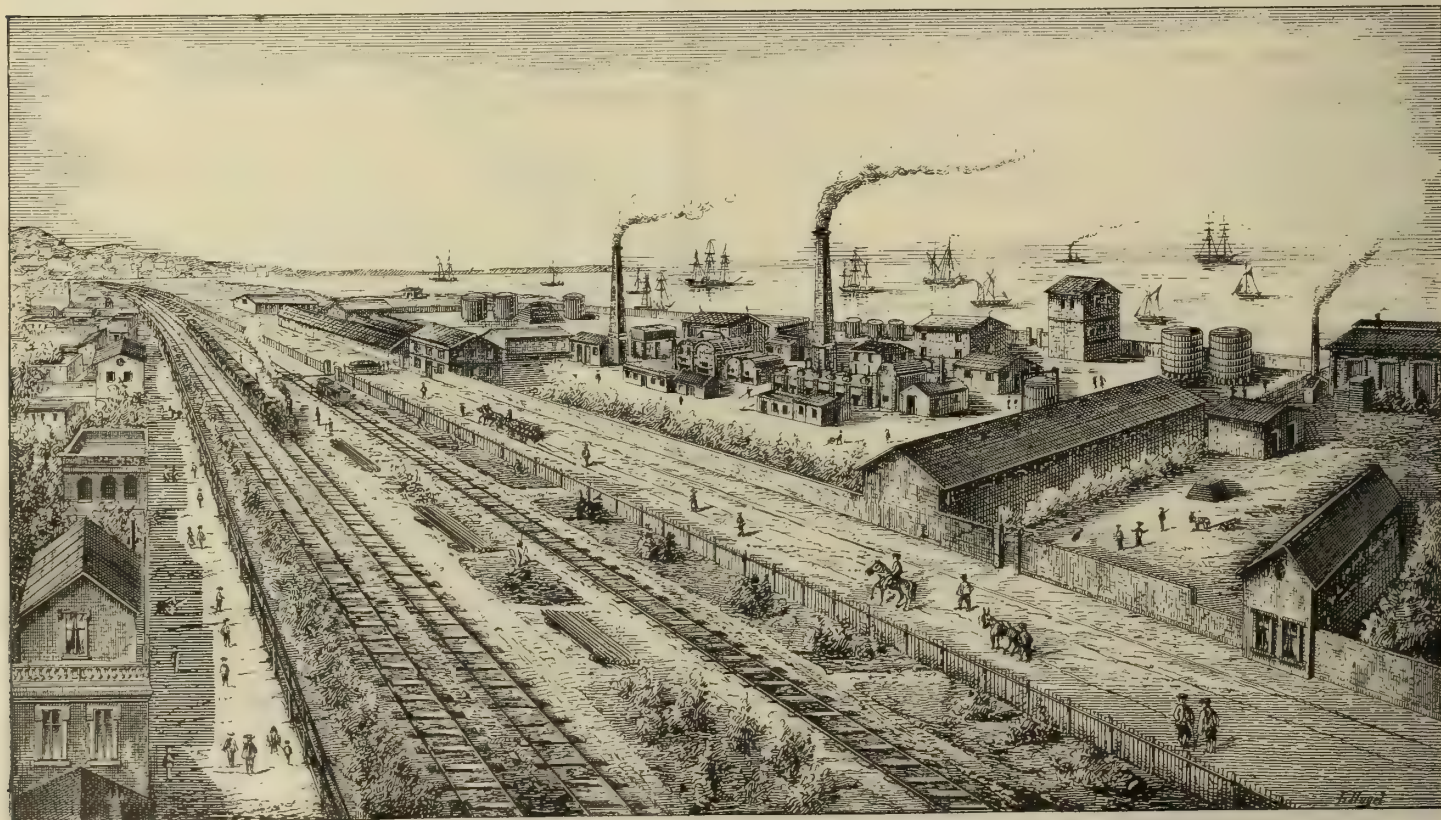


FIG. 15. — ÉTABLISSEMENTS DE MM. DEUTSCH ET C^{ie} (Espagne). — Vue de la raffinerie la *Catalana*, à Badalona, près Barcelone.

plus qu'à ouvrir les robinets pour remplir en même temps tous les wagons. On conçoit, sans autre explication, que le même procédé s'applique au remplissage des bateaux-citernes, où les réservoirs à pétrole sont disposés dans la cale.

La forme des réservoirs mobiles varie suivant que le transport doit avoir lieu par voie ferrée ou par eau.

par deux cloisons longitudinales en plusieurs compartiments étanches distincts, de manière que toute la masse liquide ne puisse pas se porter sur le même bord et compromettre, par un déplacement brusque, la stabilité. A l'avant et à l'arrière existent deux cloisons étanches, qui séparent respectivement les réservoirs du poste des hommes de l'équipage et de la chambre des machines.

Sur ces modèles sont construits les vapeurs pétroliers des maisons Armstrong et C^{ie}, et Palmer, de Newcastle, le *Russian Prince*, le *Caucase*, le *Chigwell*, le *Robert Dickinson*, le *Pétriana*, l'*Océan*, le *Chester*, etc.

il présente 95^m 10 de longueur, 12^m 19 de largeur et 8^m 50 de profondeur.

La puissance de sa machine est de 1 400 chevaux, sa vitesse de



FIG. 16. — ÉTABLISSEMENTS DE MM. DEUTSCH ET C^{ie} (Espagne). — Vue de la raffinerie *la Britanica*, à Alicante.

Les compartiments étanches ont une forme légèrement conique, qui permet de maintenir à vide la stabilité du navire sans recourir au water-ballast, et de nettoyer plus facilement l'intérieur de la cale pour loger le fret de retour.

10 nœuds ou 18 750 mètres à l'heure. Il peut recevoir un chargement de 3 200 tonnes de pétrole en vrac.

L'emploi de pareils moyens de transport, avec appareils de chargement et de déchargement perfectionnés, a singulièrement facilité les

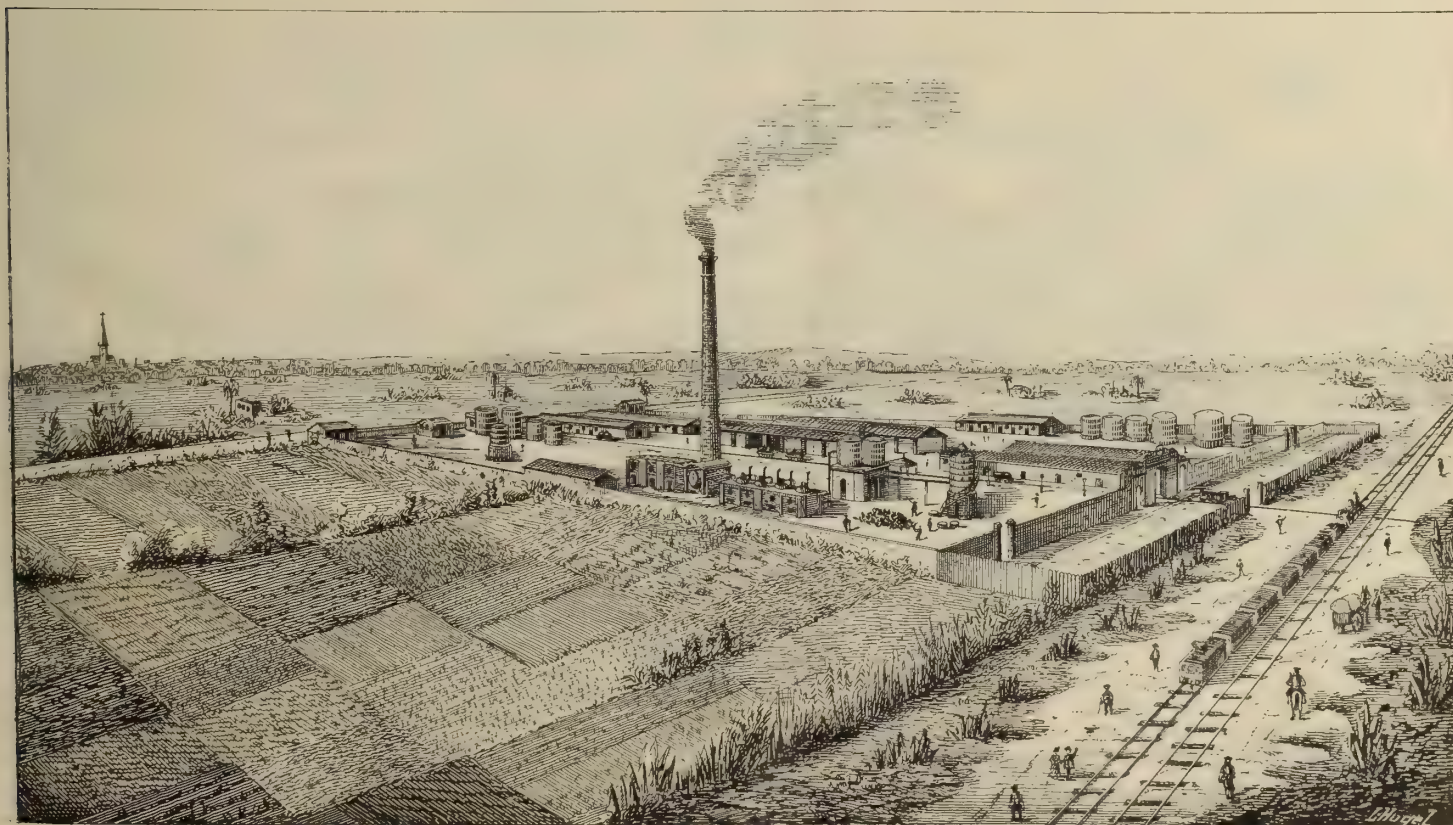


FIG. 17. — ÉTABLISSEMENTS DE MM. DEUTSCH ET C^{ie} (Espagne). — Vue de la raffinerie *la Lucifina*, à Séville.

Le transport des huiles brutes par les pétroliers (tank-steamers ou tank-ships) a constitué un véritable progrès pour l'exportation. Chaque jour on établit de nouveaux navires, et on modifie les dispositions intérieures en vue d'utiliser la capacité totale comme réservoir. Le *Prudentia* (fig. 10), faisant le service des raffineries françaises de MM. Deutsch, peut être considéré comme le type du vapeur pétrolier à huile brute;

expéditions par mer et réduit sensiblement les dépenses, surtout en abrégant la durée des séjours inévitables dans les ports.

Statistique du pétrole. — Les tableaux suivants résument les résultats de l'exploitation des gisements les plus importants des États-Unis et de la Russie, depuis leur découverte ou leur mise en exploitation.

Industrie du pétrole aux États-Unis.

Années	Pétrole brut en barils de 42 gallons = 180 litres		Valeur totale du pétrole et de ses dérivés exportés des États-Unis
	Production totale du pays	Expéditions à l'étranger	
1861	2.113.600	1.650.133	Inconnue
1862	3.056.606	3.101.571	—
1863	2.611.359	3.242.951	—
1864	2.116.182	1.842.061	10.782.689 dollars
1865	3.497.712	2.100.132	16.563.413
1866	3.597.527	3.010.921	24.830.887
1867	3.346.306	2.893.210	24.407.642
1868	3.715.741	3.482.510	21.810.676
1869	4.186.475	4.255.343	31.071.256
1870	5.308.046	5.593.168	32.668.900
1871	5.278.072	5.667.891	36.894.810
1872	6.505.774	5.899.942	34.058.390
1873	9.849.508	9.499.775	42.040.756
1874	11.102.114	8.821.500	41.245.815
1875	8.948.749	8.924.934	30.071.569
1876	9.142.940	9.583.949	32.915.786
1877	13.052.753	12.469.644	61.789.438
1878	15.011.425	13.750.090	46.574.974
1879	20.085.716	16.226.586	40.305.249
1880	24.788.950	15.839.020	36.218.025
1881	29.674.458	19.340.021	40.315.609
1882	25.789.190	22.094.209	51.232.706
1883	24.385.966	21.967.636	44.913.079
1884	23.596.945	24.053.902	47.103.218
1885	21.600.651	24.029.424	50.257.947
1886	25.854.822	26.332.445	50.199.844
1887	21.818.037	26.627.191	46.824.933
1888	16.128.000	»	»

Dans l'industrie du raffinage, on s'applique, par des distillations fractionnées, à séparer et à recueillir des produits commerciaux qui réunissent certaines qualités exigées par la consommation, au point de vue de la couleur, de la densité, de la viscosité, du degré d'inflammabilité, du point de congélation. Pour l'éclairage, par exemple, on recherche des pétroles blancs, d'une densité de 800, ne s'enflammant pas au-dessous d'une température de 50° centigrades, et s'élevant facilement par capillarité dans les mèches; pour le graissage, une certaine viscosité est nécessaire, ainsi qu'un point d'inflammation élevé, et, dans certains cas, un point de congélation très bas.

Les opérations qui permettent de trier, en quelque sorte, dans le pétrole brut, les combinaisons volatiles, liquides ou solides, connues sous les noms génériques d'éthers ou d'essences, d'huiles d'éclairage et de graissage, de paraffine et de vaseline, ont été, depuis vingt ans, l'objet de perfectionnements nombreux dans le détail desquels il serait trop long d'entrer. En les classant suivant leur volatilité, nous avons tout d'abord les gaz incondensables, qui sont recueillis dans les raffineries et utilisés comme gaz d'éclairage ou de chauffage; les liquides volatils à la température ordinaire : rhigolène, éthers de pétrole, gazoline employée pour la production du gaz chez soi, essences pour apprêts et dégraissage, pour vernis et peinture; les liquides non volatils au-dessous de + 35° centigrades : huile de pétrole ordinaire, huile de luxe (luciline et securitas), huiles spéciales pour chemins de fer, navires, etc., huiles lourdes pour éclairage et pour graissage; huiles ou oléonaphtes russes pour graissage; enfin les matières épaisses ou solides, vaselines pour pharmacie et parfumerie, paraffines et bougies de paraffine, les goudrons de pétrole et les résidus de naphte, le coke excellent pour la fabrication des charbons de régulateurs électriques. En y ajoutant les sulfates de cuivre, de fer, d'ammoniaque et le superphosphate de chaux préparés au moyen de l'acide sulfurique de

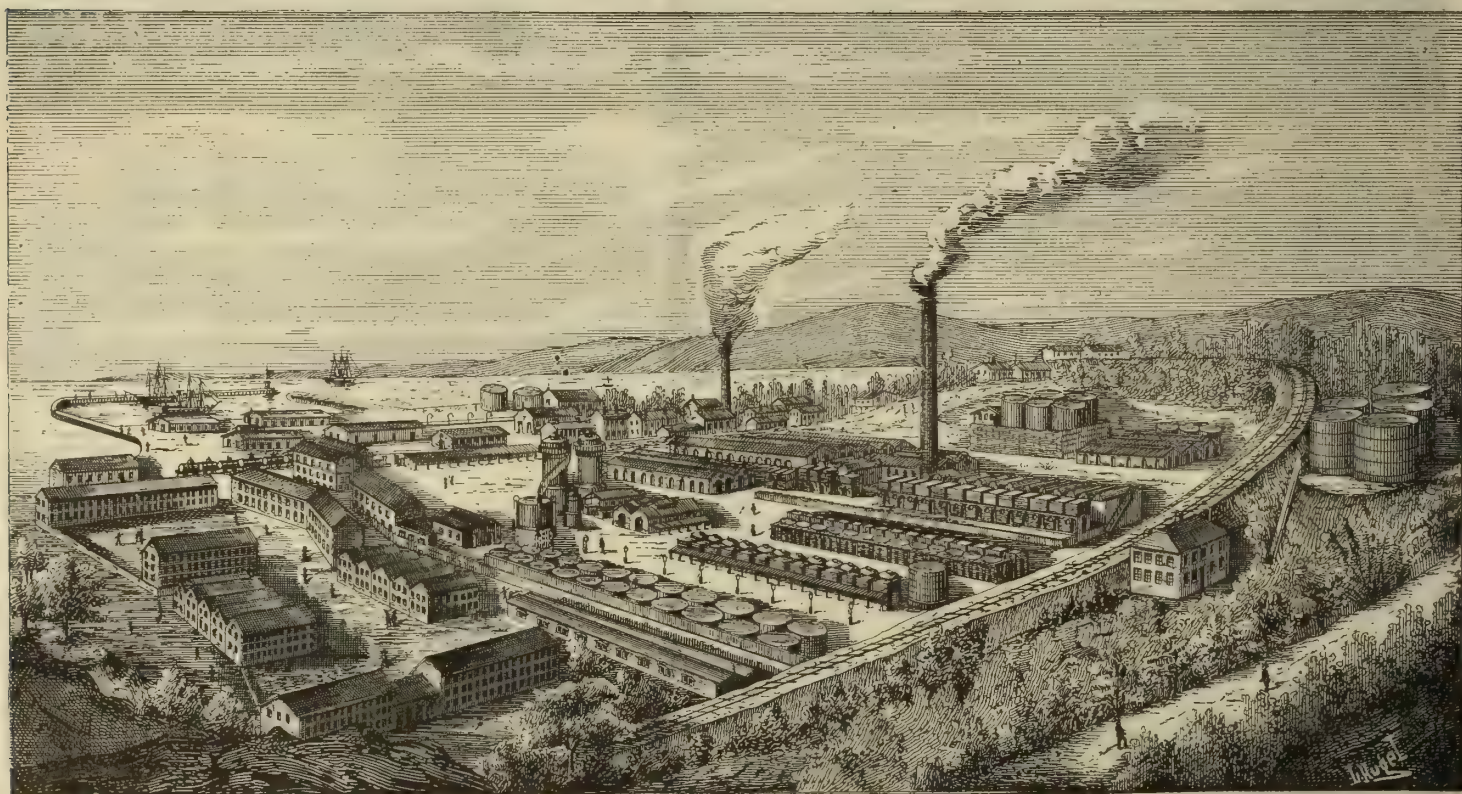


FIG. 18. — ÉTABLISSEMENTS DE LA SOCIÉTÉ AUSTRO-HONGROISE DE RAFFINAGE D'HUILES MINÉRALES. — Vue de la raffinerie de Fiume (Hongrie).

Industrie du pétrole (naphte) du Caucase.

Années	Pétrole ou naphte par pouds de 16 kilogr.	
	Production	Exportation
1884	89.000.000	54.685.429
1885	115.000.000	68.601.310
1886	128.000.000	72.849.104
1887	131.000.000	79.495.123
1888	165.000.000	117.821.020

LE RAFFINAGE DU PÉTROLE

Produits dérivés du pétrole. — Les pétroles bruts sont des mélanges, en proportions essentiellement variables, d'un grand nombre de combinaisons d'hydrogène et de carbone, qui diffèrent physiquement les unes des autres par leur état gazeux, liquide ou solide, à la température ordinaire, par leur degré d'inflammabilité, par leur densité, par leur point d'ébullition et par leur point de congélation. L'emploi raisonné de la chaleur et du froid, à permis dans les laboratoires d'isoler chacun des éléments présents dans la matière première et de lui assigner son rang dans la classe des hydrocarbures.

l'épuration, nous aurons indiqué les diverses catégories de produits et de sous-produits obtenus dans les raffineries de pétrole, et qui étaient représentés par de nombreux échantillons, classe 45 (produits chimiques), dans l'exposition de la maison Deutsch.

Il serait trop long de faire une description même abrégée des usines de raffinage du pétrole. Nous dirons seulement que le groupe de raffineries le plus considérable existant en Europe, comprend les divers établissements qui étaient représentés à l'exposition du pont d'Iéna par de nombreuses aquarelles et photographies, et dans la galerie des Machines par des plans en relief. Ces raffineries, dont nous reproduisons des vues d'ensemble (fig. 11 à 20), sont celles de MM. Deutsch en France et en Espagne, et des Sociétés austro-hongroises et russes formées avec leur concours.

LES APPLICATIONS DU PÉTROLE

Dans le pavillon annexé à l'exposition panoramique, les fabricants de lampes, de carburateurs, de moteurs avaient réuni les applications les plus intéressantes des huiles et des essences minérales, applications que nous allons maintenant passer en revue.

Emploi du pétrole et des essences pour l'éclairage. — Lampes à pétrole. — Les lampes à pétrole, dont les dispositions essentielles dérivent de la lampe à huile de schiste inventée par Ménage en 1843, ont subi dans ces dernières années de nombreux perfectionnements, grâce auxquels elles sont arrivées à remplir, d'une manière on ne

tions d'un très grand nombre de fabricants de bronzes, qui paraissent l'avoir adoptée de préférence aux autres systèmes, sans doute parce qu'elle constitue réellement un type fort élégant de *lampe de salon*.

Les lampes-phares, de la maison Besnard, sont ainsi appelées parce

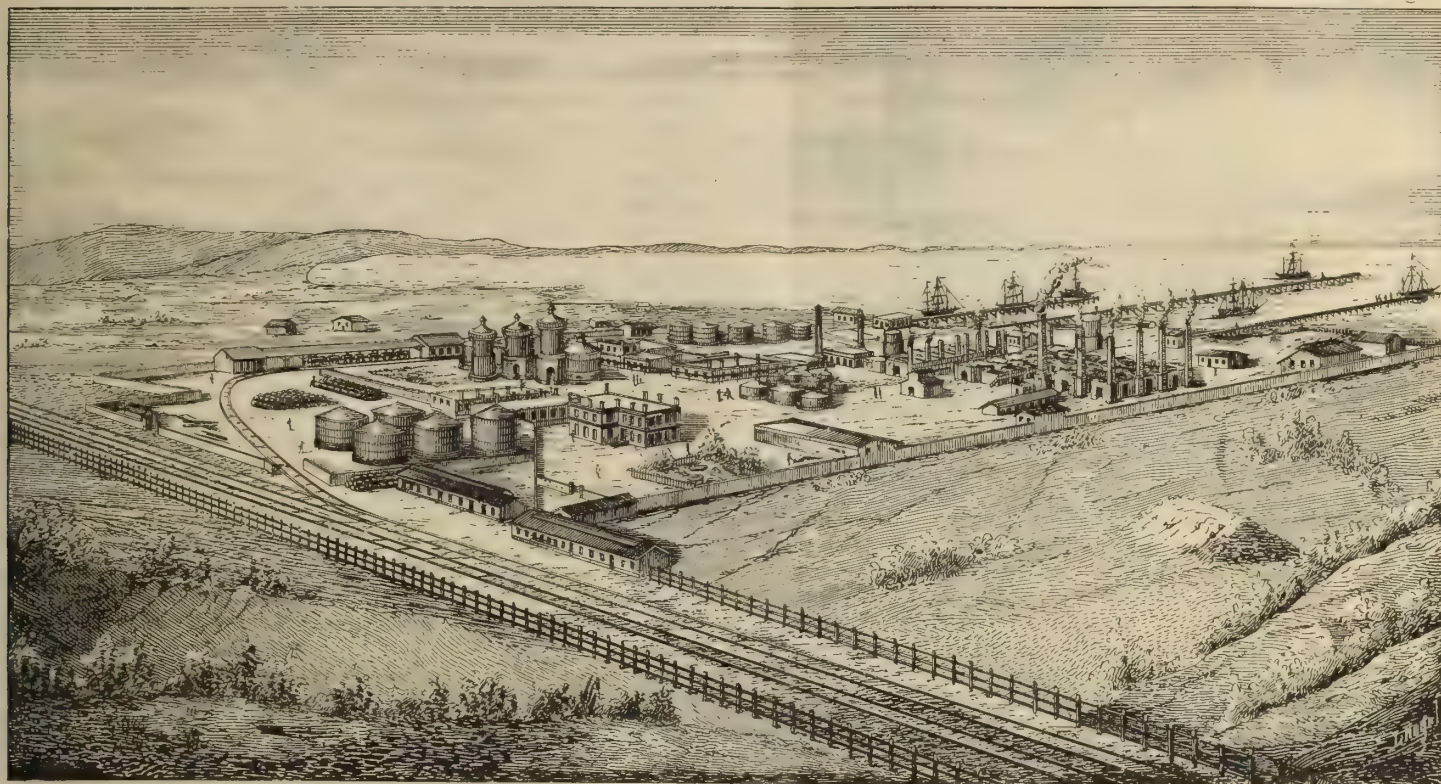


FIG. 19. — ÉTABLISSEMENTS DE LA SOCIÉTÉ COMMERCIALE ET INDUSTRIELLE DE NAPHTHE, MER CASPIENNE ET MER NOIRE. — Vue de la raffinerie de Bakou (Caucase).

peut plus satisfaisante, les conditions exigées des appareils d'éclairage domestique. Les différents types qui figuraient à l'Exposition ont chacun leurs qualités ; nous allons les indiquer rapidement.

La lampe Hincks, présentée par la maison A. Boler, comprend deux mèches plates placées parallèlement à côté l'une de l'autre et se ma-

qu'elles présentent la disposition adoptée, en 1872, par l'administration française des phares. Elles se distinguent par une alimentation d'air à l'intérieur et à l'extérieur de la flamme, et par l'emploi d'un disque en acier destiné à produire l'épanouissement de celle-ci. Elles se font sur cinq modèles courants, donnant une lumière de 18, 26,

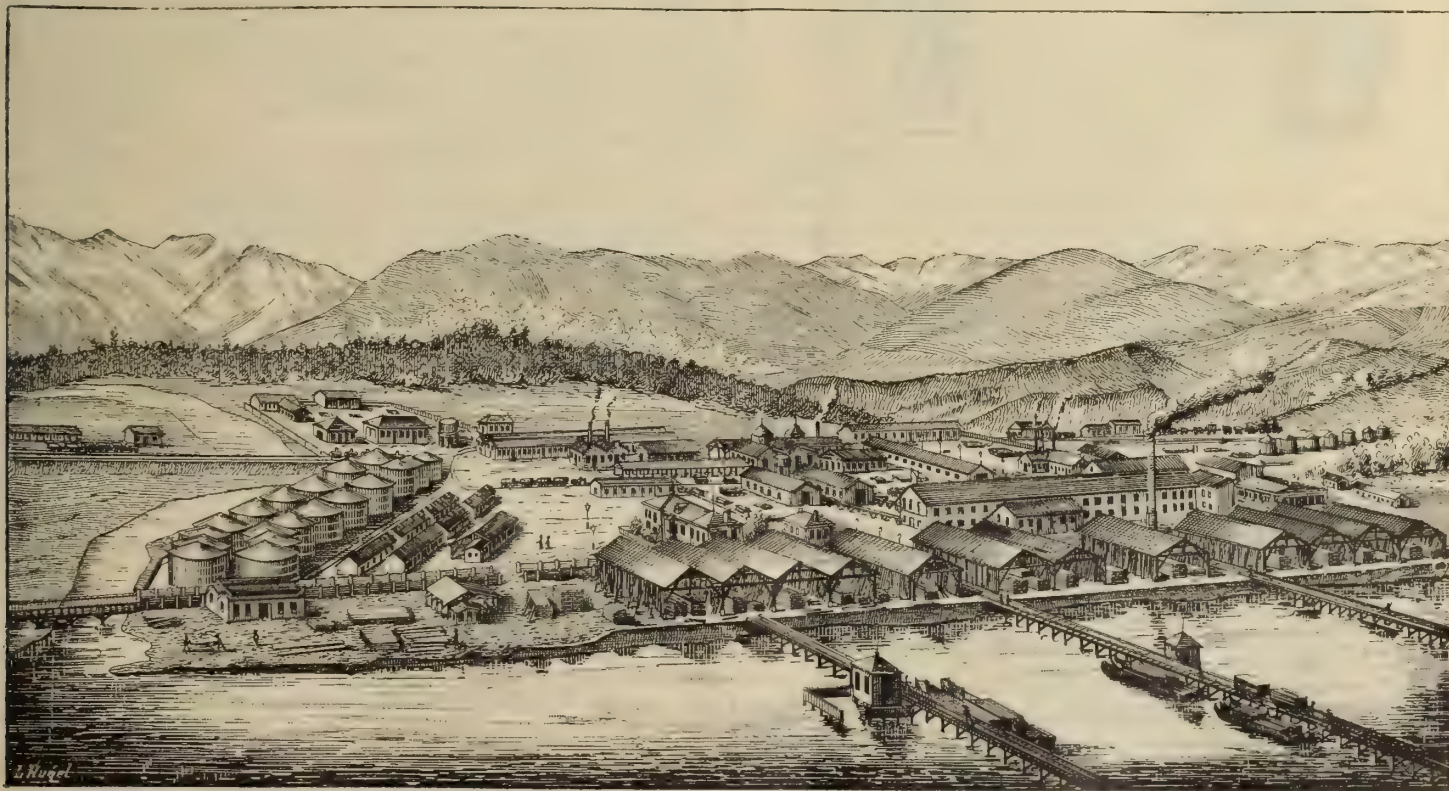


FIG. 20. — ÉTABLISSEMENTS DE LA SOCIÉTÉ COMMERCIALE ET INDUSTRIELLE DE NAPHTHE, MER CASPIENNE ET MER NOIRE. — Vue de la manufacture de Batoum (Caucase).

nœuvrant séparément au moyen d'un bouton double (fig. 21). Elle est munie d'un extincteur constitué par une enveloppe mobile qui, lorsqu'elle est soulevée, intercepte l'accès de l'air. Elle peut être allumée sans qu'on ait besoin d'ôter le verre, par la simple rotation de la clef du levier qui soulève le porte-globe et le verre. Cette lampe donne une lumière d'environ 20 bougies. Elle se retrouvait dans les exposi-

35, 45 et 70 bougies, et consommant environ 3 grammes de pétrole par bougie.

La lampe Peigneit-Changeur (fig. 22) est destinée à éviter un inconvénient qui se rencontre dans certains appareils, lorsque, par suite de l'abaissement du niveau du liquide dans le récipient, l'alimentation de la mèche devient plus difficile. A cet effet, la mèche trempe dans

un petit réservoir placé près du bec, et communiquant avec le récipient principal par un tube très étroit, au sommet duquel est un petit flotteur en liège. Lorsque le réservoir est plein, ce flotteur ferme le tube ; quand il s'est vidé en partie, par suite de la combustion, le flotteur se soulève, et une pompe foulante, ac-

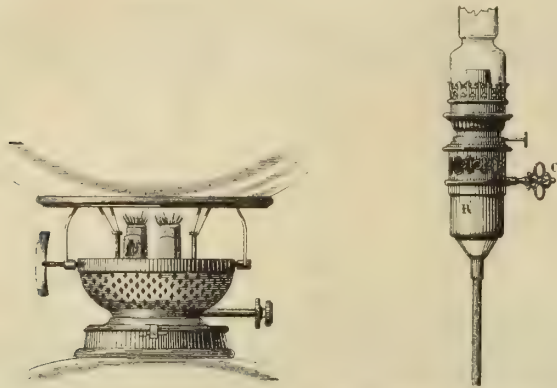


FIG. 21. — Bec système Hinks. FIG. 22. — Bec système Peigneit-Changeur.

tionnée par un ressort que l'on monte au moyen d'une clef, élève l'huile. Cette disposition a l'avantage de placer le réservoir principal assez loin du bec et de pouvoir s'adapter à toutes les formes de lampes. Sa forme étant celle de la lampe carcel ou modérateur, elle est recherchée par tous ceux qui, préférant l'emploi du pétrole, désirent cependant ne pas voir modifier l'aspect de leurs lampes à huile.

Dans la lampe Sépulchre, présentée par la maison Schlossmacher et Ferreux, on s'est efforcé de réunir les meilleures conditions de sécurité et de bon rendement. La mèche (fig. 23) est protégée par une chemise en toile métallique qui empêche toute explosion ; un réservoir intermédiaire communiquant avec l'air extérieur par la clef même de la lampe, assure le départ des vapeurs de pétrole, sans qu'il puisse y avoir d'inflammation ; à l'intérieur même de la flamme, un diffuseur

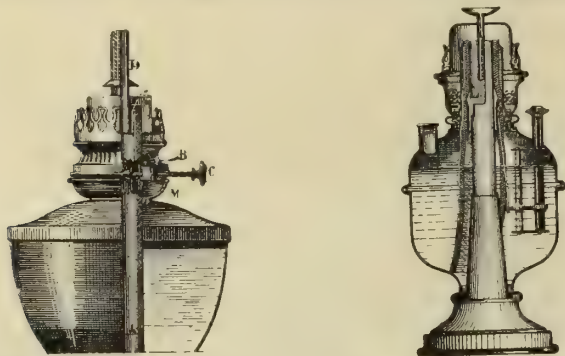


FIG. 23. — Bec système Sépulchre.

FIG. 24. — Bec système Rochester.

introduit l'air nécessaire à la combustion. Ce modèle de lampe, fort répandu en Belgique, donne, suivant les dimensions des becs, une intensité lumineuse de 10, 20, 30, 40 et 60 bougies.

Citons encore, avant de quitter cette classe d'appareils, les lampes Rochester à double courant d'air (fig. 24), Ristelhueber, Dreyfus et Charpentier.

Dans la plupart des appareils dont nous venons de parler, on ne trouve pas d'ouverture à bouchons par laquelle on puisse introduire du pétrole dans la lampe, sans prendre tout d'abord la précaution de l'éteindre. Il faut au contraire dévisser le bec pour remplir le réservoir ; on évite ainsi bien des accidents qu'il serait plus juste d'attribuer à l'imprudence du consommateur qu'à la qualité du pétrole.

Lampes à essence. — Les lampes à pétrole donnent une intensité lumineuse comparable et généralement supérieure à celle des lampes à huile végétale qu'elles sont appelées à remplacer avantageusement. Il est bien des applications où l'on n'a pas besoin d'un pouvoir éclairant aussi considérable, lorsqu'il s'agit, par exemple, des bougies ou des petites lampes portatives avec lesquelles on circule dans les appartements. L'éclairage à l'essence minérale est tout indiqué dans ce cas. Mais comme on a affaire à un liquide beaucoup plus volatil que l'huile de pétrole, les appareils doivent être construits sur un modèle particulier.

Le récipient est garni d'un corps spongieux, éponge, bourre ou coton, etc., qui absorbe l'essence et alimente la mèche par contact. L'essence ne doit pas être en excès dans le récipient ; il faut pouvoir renverser celui-ci sans que le liquide s'échappe. Si cette précaution est bien observée, on n'a aucun accident à craindre : on peut même présenter une allumette enflammée au-dessus du brûleur dévissé ; l'essence brûle légèrement, et il suffit de boucher l'ouverture pour obtenir l'extinction.

Les lampes de la maison Besnard, la lampe *Pigeon*, présentent ces

qualités ; elles sont d'un usage courant dans les ménages, et y rendent de très nombreux services, grâce à l'économie qu'elles procurent et à la facilité avec laquelle elles se déplacent. Les appareils de M. Rakowski, construits par M. L. Meyer, reposent sur le même principe ; ils présentent la forme extérieure d'une bougie, avec cette supériorité qu'ils ne coulent pas et ne tachent pas les objets ou les vêtements, tout en produisant un éclairage fort économique.

Nous devons aussi ranger dans cette série le bougeoir de M. Chandor, de New-York, qui, bien qu'il consomme de l'huile de pétrole, est destiné aux mêmes usages que les lampes à l'essence minérale ; mais le principe de combustion en diffère essentiellement : c'est le gaz produit par la volatilisation de l'huile de pétrole qui donne la flamme et non la mèche elle-même. Le bougeoir Chandor était présenté par MM. Desmarais frères.

A la catégorie d'appareils dont nous venons de parler, nous devons ajouter les expositions des fabricants de bronzes et suspensions pour l'éclairage au pétrole : ces expositions étaient nombreuses et intéressantes, mais il n'y a pas lieu de les décrire ici. Nous citerons particulièrement, dans la classe 27, celles de MM. A. Bosselut fils, Poullain, Ch. Cribier, Cellier et Simonnet, Parvillers, Bonnet, P. Caumers, Driancourt et Kamconer, Trêve, etc.

Carburateurs. — Les appareils carburateurs sont ceux au moyen desquels on produit un mélange d'air et de vapeurs d'essence de pétrole, qui possède des propriétés combustibles et éclairantes au moins égales à celles du gaz de houille.

L'essence de pétrole employée dans ce but est connue sous le nom de *gazoline* et caractérisée commercialement, à l'état liquide, par une densité de 0,650 ; ses vapeurs, mélangées à l'air, brûlent avec une belle flamme, lorsqu'on emploie des becs convenables.

La variété des types de carburateurs, établis d'ailleurs tous sur le même principe, s'explique par les services réels qu'ils rendent dans les ateliers, les châteaux, et, en général, tous les établissements situés hors du périmètre des canalisations de gaz ordinaire. Ils fournissent un moyen simple, économique et relativement sûr de fabriquer sur place et à froid un combustible gazeux et éclairant, sans avoir besoin d'installer une usine spéciale.

Les carburateurs de MM. Faignot, Gourd et Dubois, que l'on peut considérer comme les types de ce genre d'appareils, comprennent trois éléments principaux : 1° un aspirateur faisant fonction de pompe à air, actionné par un treuil mis en mouvement par une corde à l'extrémité de laquelle est suspendu un poids ; 2° une cloche-gazomètre qui emmagasine l'air venant de l'aspirateur et l'envoie dans les carburateurs ; 3° les carburateurs proprement dits ou récipients de gazoline, dans lesquels l'air se charge de vapeurs carburées. Ces récipients, en nombre variable, sont munis de mèches ou tampons en feutre qui favorisent l'évaporation ; ils sont, en outre, divisés en plusieurs compartiments, par des cloisons qui se chicanent et entre lesquelles l'air est forcé de circuler. L'air ainsi saturé de vapeurs de gazoline est conduit, par des tuyaux en plomb, aux appareils d'éclairage ou de chauffage, suivant l'emploi qu'on en veut faire.

Le carburateur Ch. Siefert est basé sur un principe identique ; il se distingue de l'appareil précédent par l'enveloppe du réservoir de gazoline qui est entièrement immergée dans l'eau froide.

L'appareil Lothammer est aussi destiné à opérer la carburation de l'air au moyen de la gazoline ; mais il présente cette particularité que la carburation s'y effectue au fur et à mesure de la consommation et sans nécessiter une provision de gaz emmagasiné. L'aspiration de l'air est produite, non par un ventilateur actionné par un poids, comme dans les appareils précédents, mais par une pompe que met en jeu un petit moteur alimenté à l'air carburé. Enfin, la gazoline soumise à l'évaporation se trouve renfermée dans un récipient où son niveau reste constant, grâce à la présence d'un siphon qui communique avec le réservoir d'alimentation. Un autre point à signaler dans ce carburateur est la propriété qu'il possède de donner une pression réglable suivant les besoins et supérieure à celle des autres appareils du même genre, de telle sorte que les condensations dans les conduites sont, dans une certaine mesure, atténuées. Il en résulte la possibilité d'employer des tuyaux d'assez faible diamètre, et de leur donner, quand les circonstances l'exigent, une direction quelconque, sans avoir à poser de siphons.

L'Exposition renfermait encore plusieurs types de carburateurs tels que : celui de M. Jaunez (gaz soleil), volatilisation de la gazoline par échauffement ; et celui de M. Monier (néo-gaz), dont l'aspiration de l'air se fait au moyen d'un courant d'eau sous pression, ou d'un courant de vapeur ; celui de M. Piéplu, le doyen des carburateurs ; celui de M. Quittet (gaz des villages) et enfin l'appareil Ménéveau, recherché pour sa forme élégante et le peu de place qu'il occupe.

Bougies de paraffine. — A l'industrie du pétrole se rattache la fabrication des bougies de paraffine, dont l'emploi s'est considérablement développé depuis quelques années.

De tous les modes d'éclairage actuellement en usage en France, l'huile de pétrole est un des plus économiques et la bougie de paraffine un des plus luxueux.

Si l'on ne peut donner à cet égard des chiffres absolus de dépense, parce qu'il faudrait tenir compte d'éléments variables tels que le service et l'entretien des appareils, l'intérêt et l'amortissement du capital de premier établissement, les indications suivantes empruntées à un travail de MM. Baille et Fery, établissent la supériorité économique du pétrole, en se plaçant uniquement au point de vue de la consommation de matière éclairante :

Prix de revient de la carcel-heure ou unité de lumière.

<i>Pétrole.</i> — Lampe à mèche plate de 13 millimètres.	Fr. 0.022
— — — 50 —	0.026
— — — 25 —	0.027
— Lampe américaine sans verre	0.025
— Lampe à bec rond de 24 millimètres, verre étranglé.	0.024
— Lampe à bec rond de 25 millimètres, avec champignon.	0.030
— Lampe à bec rond de 19 millimètres, avec calotte	0.029
<i>Huile.</i> — Lampe modérateur double courant d'air	0.056
— Lampe modérateur ordinaire	0.065
— Lampe modérateur ordinaire, huile ordinaire.	0.068
<i>Gaz.</i> — Bec papillon et bec bengal (moyenne)	0.0485
<i>Bougie de Paraffine</i>	0.185

Nous ne mentionnerons pas ici l'incandescence électrique, parce que son prix peut varier du simple au double et même au triple suivant les conditions de sa production. Quant au gaz de pétrole, on peut prendre comme base une dépense d'un tiers de litre de gazoline par mètre cube, ce qui correspond à 20 ou 22 centimes le mètre cube.

Chauffage. — Grâce à la facilité avec laquelle il se prête au chauffage domestique et aussi en raison de son bas prix, le pétrole est devenu dans ces dernières années d'un emploi très répandu dans les cuisines des ménages ouvriers et bourgeois ; on s'en rendra compte par ce seul fait que, depuis 10 ans, il s'est vendu en France plus de cinq cent mille fourneaux et réchauds, destinés aux usages domestiques.

Ces appareils se réduisent en principe à des brûleurs logés au-dessus de réservoirs. Ils ne se distinguent entre eux que par la forme extérieure, par la disposition des brûleurs, par les mèches tantôt rondes, tantôt plates, dont le nombre varie suivant la puissance calorifique à obtenir.

Nous ne saurions en donner ici une nomenclature détaillée ; signalons seulement les grils à côtelettes ou biftecks, les grils à pain, les fours à rôtir, les cafetières, les théières, les bains-marie, etc. Ces divers ustensiles de ménage étaient très complètement représentés dans l'exposition de M. Besnard, où se rencontraient aussi des fourneaux très commodes pour fers à repasser. Parmi les autres constructeurs dont les modèles se recommandaient à l'attention, nous devons citer MM. C. Legrand et C^{ie} (fourneaux, à un ou deux becs intensifs, dépensant 2 grammes de pétrole par bec et par minute); MM. Moussy et Rouzée (fourneaux-vitesse à bec rond et à tirage variable); les fourneaux de MM. Ristelhueber et Daval, etc. A côté de ces appareils qui brûlent du pétrole, se rencontraient ceux de L. Dufour, qui sont alimentés à l'essence et demandent quelques précautions dans leur maniement.

Au point de vue industriel, nous signalerons l'Eolipyle Paquelin, fabriqué par la maison S. Gillet. Cet appareil a des usages multiples : il sert à chauffer, fondre, souder, brûler, incinérer, braser, tremper, etc., et surtout comme lampe à souder pour les plombiers. Il est d'un fonctionnement commode, et l'emploi de l'essence offre une économie considérable relativement aux lampes à alcool ordinaires.

Production de la force motrice. — On comprend l'intérêt qu'il peut y avoir à employer le pétrole pour alimenter des moteurs, à la place du gaz d'éclairage qu'on ne trouve pas partout. Depuis quelques années, de nombreux essais ont été faits dans ce sens ; si le moteur à pétrole n'a pas encore atteint la perfection du moteur à gaz, il en existe cependant déjà certains modèles qui commencent à donner des résultats satisfaisants. Il y aurait le plus souvent avantage à pouvoir utiliser des huiles lourdes ; jusqu'ici toutefois on s'est généralement contenté de se servir des machines à gaz en les alimentant avec du gaz de pétrole, c'est-à-dire avec un mélange d'air et de vapeurs de gazoline. Aussi est-ce dans cette catégorie que sont compris la plupart des moteurs qui figuraient dans l'annexe du Panorama.

Parmi ceux-ci, nous signalerons les moteurs Otto, de la Compagnie française des moteurs à gaz ; ceux de Lenoir, construits par MM. Rouart frères ; ceux de Benz, construits par la maison E. Roger, et le petit moteur de Salomon et Tenting.

Le moteur Lenoir (fig. 25), dont un type a été spécialement créé pour la propulsion des embarcations de plaisance, est à un ou deux cylindres. Le cycle du travail y est le même que dans les moteurs à gaz à compression préalable ; il comprend, par suite, quatre périodes : 1^o aspiration dans les cylindres de l'air carburé et de l'air ambiant nécessaire au mélange ; 2^o compression du mélange ; 3^o inflammation ; 4^o échappement des produits de la combustion. Le carburateur est constitué par un cylindre en tôle dans lequel tourne un tambour armé de petits augets. On verse la gazoline par un bouchon à vis placé au milieu de la longueur du cylindre ; là, elle est divisée en pluie fine par les augets, de telle sorte que l'air aspiré par une petite

cheminée d'air se trouve bien imprégné de vapeur de pétrole avant de passer dans les tuyaux qui aboutissent aux boîtes de distribution fixées sur les cylindres. L'allumage du mélange explosif est dû à une étincelle

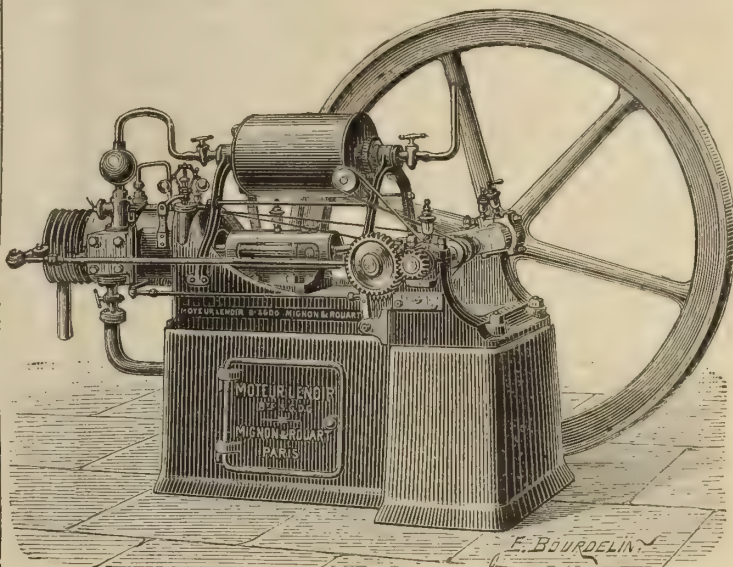


FIG. 25. — Moteur à pétrole, système Lenoir.

d'induction produit par deux éléments de pile et une bobine Rhumkorff.

Quant au moteur Benz (fig. 26), il était exposé sur une voiture à

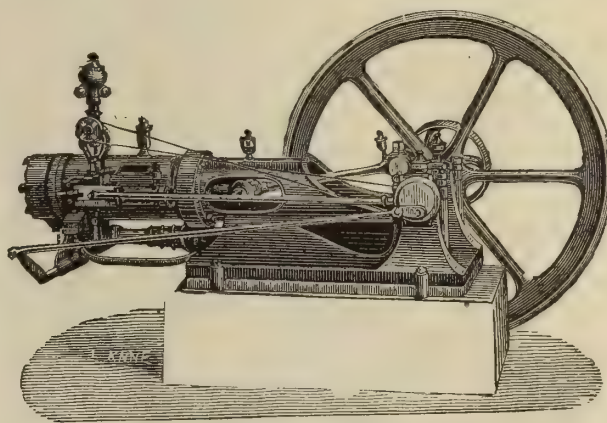


FIG. 26. — Moteur à pétrole, système Benz.

trois roues (fig. 27), celle de devant servant de gouvernail, qu'il pouvait faire marcher à une vitesse de 16 kilomètres à l'heure et pour un parcours de 120 kilomètres. L'huile minérale, renfermée dans une



FIG. 27. — Voiture à pétrole, système Benz.

caisse en cuivre placée sous le siège, tombe goutte à goutte dans le générateur et y forme un gaz détonant qui est enflammé par une étincelle électrique.

Près de ce moteur figurait une petite machine rotative à pétrole,

les bateaux à vapeur par M. A. J. Stevens, notamment sur le steamer *Solano* du port de San-Francisco.

Dans les usines, les avantages du chauffage au pétrole sont en général moins marqués, et ce système doit être exclusivement réservé aux régions voisines des pays producteurs. C'est d'ailleurs ce qui arrive actuellement en Russie où, dans le bassin du Volga, jusqu'aux environs de Moscou, les résidus de pétrole ont remplacé le charbon et le bois dans le chauffage industriel. Ce combustible présente dans les villes l'avantage inappréciable de ne pas produire de fumée. Cette considération, dont nous n'apprécions peut-être pas suffisamment l'importance en France, a suffi cependant pour faire établir une canalisation de 320 kilomètres, qui amène à Chicago (États-Unis) les huiles brutes de la région de Lima, et permet de substituer le combustible liquide au charbon bitumineux, cause incessante de plaintes et de procès intentés aux industriels.

En métallurgie, le chauffage au pétrole, ou plutôt à l'air chargé de vapeurs de pétrole, se recommande tout particulièrement, parce qu'il donne un moyen sûr d'obtenir des températures élevées sans introduire aucune impureté qui puisse altérer la qualité du métal. Après les premiers essais dirigés il y a une quinzaine d'années par M. Eames aux États-Unis pour les fours à réchauffer, il convient de citer les applications faites par M. Nordenfelt dans la fabrication du fer « mitis », par la Compagnie des aciéries de Barrow-on-Furness pour le chauffage d'un four Siemens, et enfin dans la fabrication de l'acier par le procédé Snelus.

Graissage. — Sous une forme plus modeste, en apparence, les huiles minérales lourdes rendent à l'industrie d'inappréciables services en lui fournissant la meilleure et la moins coûteuse de toutes les matières employées au graissage des organes de machines.

La distillation fractionnée, qui a permis de classer et de recueillir les produits légers (éthers et essences) et l'huile lampante, donne ensuite une variété infinie d'huiles qui sont ramenées à un petit nombre de types définis par leur densité, leur point d'inflammabilité ou de vaporisation, et leur point de congélation. Certaines propriétés physiques, la fluidité par exemple, peuvent être exigées des huiles de graissage suivant l'usage auquel on les destine. Chaque fabricant est ainsi conduit à préparer les huiles appropriées aux besoins de sa clientèle, mais les deux applications les plus importantes sont le graissage des cylindres de machines à vapeur et à gaz, et des boîtes à huile de wagons de chemins de fer. Dans le premier cas, il faut choisir des huiles dont le point de vaporisation soit inférieur à la température correspondant à la pression de la chaudière en service normal, et apporter le plus grand soin à ce que cette condition soit réellement remplie. Dans le second, les huiles doivent satisfaire à des épreuves de viscosité et de résistance au froid qui sont spécifiées par les compagnies.

Emploi du pétrole contre les corrosions des chaudières à vapeur. — Le pétrole peut être aussi employé pour prévenir ou supprimer les dépôts qui se produisent si fréquemment sur les tôles des chaudières à vapeur. Une des premières applications de ce genre, faite sur les chemins de fer de l'État indien, où les eaux sont très mauvaises, avait donné d'excellents résultats; et depuis, principalement en Angleterre, il a été fait de nombreux essais, qui ont confirmé l'efficacité d'une addition régulière de pétrole dans les chaudières pour empêcher les incrustations et corrosions intérieures.

M. Nursey prétend même que l'huile minérale peut prévenir les entraînements d'eau dans la vapeur; le fait a été démontré, paraît-il, sur le steamer *Ida* de la Compagnie du London, Brighton and South Coast Railway, faisant le service entre New-Haven et Dieppe.

Anti-rouille. — Le pétrole fournit un moyen commode de nettoyer les pièces attaquées par la rouille, dont on peut même empêcher la formation en appliquant légèrement à la surface des pièces métalliques une couche de paraffine ou de vaseline. Le procédé est particulièrement recommandable pour l'entretien des armes de chasse.

Fabrication des tissus caoutchoutés. — Le pétrole sert, dans ce cas, à dissoudre le caoutchouc et à former, avec lui, une solution très épaisse que l'on passe sur l'envers des deux tissus qui doivent être superposés. On fait ensuite passer ces tissus entre deux cylindres, pour assurer leur union intime, et l'on chasse l'essence minérale au moyen de la vapeur d'eau surchauffée.

Imperméabilisation des tissus. — La paraffine peut être employée pour assurer l'imperméabilité des tissus. Le procédé, breveté par Stenhouse, consiste à appliquer sur le tissu la paraffine à l'état de dissolution et à chasser ensuite le dissolvant par la vapeur d'eau.

La paraffine est également employée pour la préservation des cartouches d'armes de guerre ou des explosifs.

Vernis et Couleurs. — Les essences minérales dissolvant les corps gras et les laques, remplacent avantageusement l'essence de térébenthine dans certains vernis. On les fait intervenir également, comme véhicule, dans l'application des couleurs vitrifiables.

Teinture. — Les hydrocarbures naturels présentent la propriété de dissoudre les acides gras qui servent de véhicule aux matières colorantes. Les acides gras, préalablement neutralisés par l'ammoniaque, se dissolvent en toutes proportions dans les hydrocarbures et dissolvent à leur tour la plupart des couleurs artificielles, et, plus spécialement, les dérivés à caractère basique, fuchsine, safranine, vert méthyle, etc.

Parfumerie. — Parmi les nombreux procédés qui permettent d'extraire des plantes leurs principes odorants, l'un des plus employés consiste à faire macérer les fleurs dans un dissolvant et à le distiller ensuite. L'éther de pétrole est avantageusement usité dans ce cas; recueilli après la distillation, il est prêt à servir de nouveau.

Photographie et Photoglyptie. — C'est encore comme dissolvant qu'on applique le pétrole en photographie; l'éther de pétrole est employé avec le caoutchouc du Para pour obtenir des clichés pelliculaires très minces, ainsi que le vernis nécessaire au développement des reliefs en gélatine destinés à la photoglyptie. Mélangé au bitume de Judée, l'éther de pétrole fournit les réserves ou parties que l'acide ne doit pas attaquer dans cette dernière opération.

Insecticide. — Nous n'avons pas à insister sur les services que rend l'essence minérale pour la destruction des punaises. On peut également se débarrasser, dans les jardins, des vers blancs et des courtilières au moyen d'un arrosage d'eau additionnée d'un millième de pétrole, dans le premier cas, et de 50 grammes par litre, dans le second.

M. Rohart a essayé contre le phylloxera une émulsion de goudron de pétrole avec l'eau, qui laisse sur la vigne une rosée de pétrole dont l'évaporation lente facilite l'action. La même émulsion a été employée avec succès contre le puceron des pommiers, plus connu sous le nom de puceron lanigère, et pour le traitement des maladies cryptogamiques de la vigne et des arbres fruitiers; mais l'efficacité de ce dernier procédé n'est pas encore suffisamment démontrée.

Une heureuse et récente application de la *gazoline*, ou essence de pétrole, a été faite récemment en Espagne pour la destruction des champs infestés de criquets. Des applications analogues ont aussi été faites en Algérie.

Médecine. — L'emploi de l'huile de pétrole, comme produit médicamenteux, a été vulgarisé vers 1875, sous le nom d'huile de Gabian, pour le traitement des affections des voies respiratoires.

On emploie également cette huile dans la préparation des produits pharmaceutiques; dans celle du sulfate de quinine, par exemple, elle sert, sous la forme d'essences, à épuiser le quinquina, en remplacement de l'alcool.

Enfin, un des plus remarquables dérivés du pétrole, la *vaseline*, qui possède toutes les propriétés des corps gras, sans avoir l'inconvénient de tacher et de rancir, a remplacé l'axonge dans la préparation des onguents et pommades; ce produit rend maintenant de si grands services dans la pharmacie et la parfumerie qu'on peut le classer à juste titre parmi les plus précieuses découvertes récentes.

Sous-produits. — Il n'est pas jusqu'aux sous-produits de la distillation des huiles minérales naturelles qui n'aient aujourd'hui trouvé leur emploi. Les gaz incondensables, dégagés au cours des opérations de raffinage, sont recueillis et utilisés dans les usines mêmes, soit à l'éclairage, soit au chauffage. Les goudrons servent à la fabrication du gaz riche connu sous le nom de gaz d'huile. Le coke de pétrole fournit la meilleure matière première pour la préparation des charbons et crayons électriques. L'acide sulfurique employé à l'épuration est vendu aux usines d'engrais pour le traitement des phosphates naturels. Enfin, les recherches poursuivies sur les résidus des pétroles russes ont permis d'en extraire la benzine, l'anthracène et l'huile d'anthracène, fournis jusqu'à présent par les goudrons de houille, et le dernier mot n'est pas dit des surprises que nous réserve une étude approfondie de ces combinaisons du carbone et de l'hydrogène.

Conclusion. — Les quelques détails que nous venons de donner suffisent pour montrer la rapidité des progrès d'une industrie dont les débuts datent à peine d'un quart de siècle, et la variété des services auxquels se prêtent les huiles minérales.

L'ensemble de cette exposition du pétrole, dont le promoteur et organisateur M. Henry Deutsch, secrétaire des Comités et du jury de la classe 51, à l'Exposition universelle, vient d'être nommé chevalier de la Légion d'honneur, a obtenu auprès du public, au point de vue scientifique, industriel et commercial, un succès considérable. Nous apprenons avec plaisir qu'une partie des documents qui composaient cet intéressant *Musée du pétrole*, vont aller enrichir les collections de l'École nationale des Mines et du Conservatoire des Arts et Métiers.

L'EXPOSITION DES CHEMINS DE FER

Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62.

(Suite et fin¹.)

2° Machines-outils. — La Compagnie du Nord avait exposé une série de machines-outils spéciales pour le travail de réparation et de construction des locomotives, mises en mouvement par une machine dynamo-électrique de la force de six chevaux et actionnée par un transport de force électrique au moyen d'un courant fourni par la Société de la transmission de la force par l'électricité. Ces machines sont, soit portatives et commandées par une corde sans fin, en un point quelconque de l'atelier, soit des machines-outils fixes.

L'emploi des machines portatives a introduit, dans le travail, une grande économie de temps et d'argent : elles permettent d'effectuer rapidement sur place, un certain nombre d'opérations qui se faisaient auparavant en transportant des pièces souvent très lourdes, sous les machines-outils.

La machine portative à fraiser permet de dresser les tables parallèles des tiroirs de cylindres inférieurs : tous les mouvements des chariots, ainsi que le mouvement de rotation de la fraise sont donnés par une poulie actionnée par une corde ; la fraise est portée à l'extrémité d'un long bras qui pénètre dans la boîte à vapeur et qui peut s'y déplacer horizontalement ; ce bras est guidé dans un chariot pouvant coulisser verticalement sur un banc que l'on fixe au plateau du cylindre à fraiser ; on peut, sans démonter ce banc, retourner la fraise pour dresser successivement les deux tables des cylindres. Avec cette machine, un seul homme peut, en deux jours, dresser deux tables de tiroirs.

La machine portative à percer permet de faire les trous des entretoises des boîtes à feu, sans avoir à déplacer les foyers : le fût du porte-outil entre comme un plongeur cylindrique dans le support principal, et peut se mouvoir dans tous les sens, pour être placé perpendiculairement aux parois, sans toucher au bâti.

La machine à tarauder sur place les trous des foyers se place sur le même bâti que la machine à percer ; le fût du porte-outil est semblable ; la poulie de commande est formée de deux poulies à cône, à pénétration, permettant de faire varier à volonté le diamètre du cercle d'intersection des deux cônes, de manière à obtenir un changement de vitesse dans la marche de l'outil, suivant que l'on taraude un seul trou d'entretoise, ou deux trous à la fois.

La machine portative à percer, dans les angles des foyers de locomotives, est également disposée de manière qu'on puisse amener l'outil à être perpendiculaire à la surface à percer, sans déranger la position du socle, dans lequel pénètre un plongeur pouvant recevoir un mouvement de rotation au moyen d'une manivelle ; le bras porte-foret, fixé à l'extrémité de la douille du plongeur, reçoit par des engrenages son mouvement de rotation et le mouvement de descente à vis, qui donne la pression nécessaire pour le forage.

Parmi les machines-outils fixes, il y a lieu de signaler la meule alésoir, qui sert à rectifier les œils, les boutons et les coulisses de distribution quand ces organes sont gauchis par la cémentation ou la trempe ; on peut aussi aléser les pièces ovalisées par l'usure. Elle évite la nécessité de détremper les pièces pour les ajuster à la lime et de les remettre ensuite à la trempe. L'outil de cette machine est une petite meule tournant comme une toupie, qu'on peut faire monter ou baisser, et qui travaille dans le trou à aléser en débitant plus de limaille que ne le ferait un ajusteur armé d'une lime douce. La vitesse de l'arbre porte-meule est de 5400 tours par minute ; il est muni d'excentriques qui permettent de faire décrire à la meule un cercle pouvant aller de 0 à 20 millimètres. Sur le devant du bâti de la machine, se trouve une table munie de trois mouvements, transversal, longitudinal et vertical, de manière à centrer exactement les pièces à rectifier à l'aide de la meule. Pour commander la poulie de la meule, on a dû, à cause du déplacement excentrique, installer un arbre vertical supplémentaire qui porte des poulies de renvoi, et qui peut se déplacer, en suivant les mouvements que lui impose un contrepoids destiné à maintenir toujours tendue la courroie de commande.

Le polissoir a pour but de meuler ou de polir, sur table ou sur tréteaux, les glissières, les bielles, les têtes de pistons et les autres pièces trop lourdes pour être portées à la meule ; on le suspend au-dessus de la pièce à travailler et on peut le faire agir dans toutes les directions, avec toutes les inclinaisons, grâce une série d'organes articulés qui donnent à l'outil la vitesse et la flexibilité convenables. Le porte-meule est articulé sur une brouette suspendue, équilibrée par un contrepoids ; la vitesse de la meule est d'environ 3000 tours par minute : l'ouvrier qui la conduit peut, avec attention, obtenir un travail décuple de celui qu'on obtient par les moyens ordinaires.

La meule à tailler ou à affûter les lames des scies à métaux, remplace l'affûtage au tiers-point ou à la meule d'émeri ; un disque lisse en acier non trempé, profilé suivant la denture à obtenir, tourne avec un arbre monté sur pointes ; la scie est fixée dans un étai faisant partie d'un chariot qui coulisse sur une réglette articulée à une de ses extrémités ; l'ouvrier pose la main sur une poignée placée à l'autre extrémité et peut ainsi approcher ou dégager la scie, dont la lame est rafraîchie par un double jet d'eau, arrivant de part et d'autre du disque ; l'avancement du chariot porte-scie se fait au moyen d'une vis logée dans la réglette ; il est donné à l'aide d'un

rochet qui fait tourner la vis, lorsqu'on dégage la scie du contact de la meule ; le retour du chariot se fait à la main. On peut, avec cette machine, affûter des scies circulaires, à la condition de remplacer la réglette par un support en tôle, dans lequel est ménagée une rainure à coulisse recevant un tourillon dans lequel on fixe la scie, qui sert de rochet, en la faisant tourner au moyen d'une poignée mobile.

La machine à planer à l'émeri sert à dresser les glissières des têtes de pistons, les boîtes à graisse trempées, les têtes de bielles, sans qu'il soit nécessaire de détremper préalablement les pièces. C'est une meule tournant à 3000 tours par minute, animée d'un mouvement rectiligne de translation dans son propre plan ; ce mouvement est produit par une vis directement commandée par deux courroies. L'une droite, l'autre croisée, enroulées sur le même tambour. Un débrayage à fourchettes, mû par des taquets, agit automatiquement sur ces courroies. Au moyen d'un coin de serrage, on peut donner à l'arbre de la meule une légère inclinaison de part et d'autre de la verticale, et l'amener dans la position exactement perpendiculaire à la surface à dresser, sans avoir à régler minutieusement la pièce dans les étaux. Le mouvement de rotation de la meule s'obtient à l'aide d'une transmission intermédiaire portée par le chariot porte-meule. La meule est un disque en bois sur lequel on fixe, par de la colle, de l'émeri en grains facile à remplacer par lavage, quand la meule a perdu son mordant.

Le Grand Central belge avait exposé un outil servant à couper la rivure qui fixe les tourillons des manivelles. A l'aide d'une manivelle à volant, on communique, par l'intermédiaire d'engrenages, un mouvement de rotation à une roue placée dans l'axe du tourillon qu'il s'agit d'enlever ; sur cette roue et tournant avec elle, est un outil qu'on fait avancer automatiquement au moyen d'une vis portant une étoile qui vient, à chaque tour, buter contre un taquet.

L'outil pour rafraîchir les tourillons des manivelles est à peu près semblable, mais il est placé dans une rainure d'un tambour guidé au moyen de cercles coniques et qu'on place dans l'axe du tourillon à rafraîchir ; l'avance automatique de l'outil est ici encore obtenue par une vis, une étoile et un taquet.

La Compagnie d'Orléans avait exposé les dessins de trois machines-outils, en usage dans ses ateliers :

La première est une machine à poinçonner multiple, pour le façonnage des lames de ressorts ; cette opération exige ordinairement six machines différentes, pour trancher les lames dans des barres d'acier, pour amincir leurs extrémités sur plat et sur champ, pour pratiquer les ouvertures destinées à loger les patins interposés entre les ressorts et les chandelles de suspension, pour découper chaque bout et y pratiquer une fente et un étoquiau, pour faire deux étoquiaux au milieu de la feuille, pour cintrer les lames. Dans le but de réaliser des économies de matériel et d'emplacement, la Compagnie a étudié, pour ses ateliers de Tours, une machine multiple qui réduit à trois le nombre des machines-outils nécessaires pour obtenir tous ces résultats, en effectuant à l'aide de leurs outils la première, la troisième, la quatrième et la cinquième de ces six opérations successives : il y a trois outils différents pour pratiquer les ouvertures qui peuvent avoir trois formes distinctes. Ces huit outils, ainsi que leurs matrices, sont démontables et sont répartis en trois groupes correspondant chacun à un porte-outils, actionné par un excentrique et muni d'un appareil d'enclenchement qui permet, au besoin, d'isoler deux groupes pendant le fonctionnement du troisième. L'arbre qui porte les trois excentriques est commandé par un arbre intermédiaire, qui lui-même reçoit son mouvement, par engrenages, de l'arbre sur lequel sont montées les poulies fixes, la poulie folle et les deux volants. La machine est, en outre, munie de butées et de guides permettant de placer régulièrement les lames sous les outils et d'assurer l'exactitude du travail.

Le dessin de la machine à fraiser verticale représente l'application, à cette machine, d'un guide permettant de façonner les coulisses de distribution : les pièces ayant des faces courbes sont généralement exécutées en fixant, sur le bâti de la machine, des gabarits en tôle sur lesquels s'appuie, constamment, à l'aide d'un levier à contrepoids, un galet dont le support est relié à l'un des chariots de cette machine ; la suite des points qui passent sous l'outil reproduit donc exactement la forme du gabarit que l'on a employé. Mais cette méthode exige autant de gabarits qu'il peut y avoir de surfaces à façonner ; de plus, le contact du galet et du gabarit ne donne pas une exactitude aussi grande qu'une liaison rigide. Avec un système de guidage tel que celui qui est exposé, on peut fraiser sans gabarit toutes les surfaces circulaires d'un rayon inférieur à 2 mètres, qui est le rayon maximum des coulisses de distribution des locomotives de la Compagnie. Ce système se compose d'une bielle articulée avec le chariot de la machine, d'un support tournant dans lequel peut coulisser cette bielle, et d'un petit banc placé en avant de la machine, muni d'un chariot qui sert de pivot au support tournant. Dans ces conditions, si le chariot supérieur de la machine est manœuvré dans le sens transversal, tous ses points décriront des arcs de cercle d'un rayon égal à celui de la bielle ; par conséquent, toute pièce montée sur la machine sera fraisée suivant un arc de cercle de ce rayon ; le petit banc est placé, par rapport à la machine, de manière que, pour l'exécution des coulisses de distribution, le jeu qui peut exister dans les différentes articulations du mouvement du chariot soit toujours reporté du même côté.

L'appareil à rectifier les pièces trempées, est utilisé pour supprimer le jeu qui se produit, après quelque temps de service, dans les coulisses de distribution des locomotives : il faut alors détremper ces pièces, les calibrer, les retremper et les marteler si elles se sont voilées à la trempe. Pour éviter ces différentes opérations, la Com-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 20, p. 459 ; n° 21, p. 495 ; n° 22, p. 534 ; n° 24, p. 579 ; n° 25, p. 615 ; n° 26, p. 637 ; tome XVI, n° 1, p. 23, et n° 2, p. 55 ; n° 3, p. 81, et n° 4, p. 105.

pagnie d'Orléans emploie un appareil composé d'une meule à l'émeri à laquelle est appliqué le même système de guidage qu'à la machine à fraiser; cet appareil permet de donner à la meule deux mouvements différents: un mouvement de rotation autour de son axe, et un mouvement de translation circulaire, de rayon variable, autour de l'axe de son support. La meule est portée par un secteur mobile pouvant glisser sur un secteur fixe en tournant autour d'un boulon qui réunit les deux secteurs; le secteur fixe est monté sur un support à trois branches s'ajustant dans la tête de l'arbre de la machine, comme une fraise ordinaire; on obtient le déplacement du secteur mobile sur le secteur fixe, en tournant à la main une vis dont l'écrou est fixé au secteur mobile et qui s'appuie sur un petit support lié au secteur fixe; le mouvement de rotation de la meule autour de son axe est obtenu par courroies, et les renvois sont établis de manière à pouvoir faire varier la position de la meule, dans le sens vertical, selon la hauteur des pièces à travailler. Le mouvement de translation circulaire de la meule permet d'obtenir des alternatives de contact et d'éloignement qui évitent tout échauffement. En démontant l'appareil de guidage, on peut utiliser cet appareil pour d'autres pièces que les coulisses.

3° Appareils pour les essais et les expériences. — Indépendamment des appareils qui composaient le fourgon d'expériences exposé par la Compagnie de l'Ouest, et dont il a déjà été question plus haut, l'Exposition nous offrait un certain nombre d'appareils isolés qui ont un grand intérêt et qui servent soit à essayer les métaux ou les huiles, soit à relever certaines circonstances de la marche des locomotives; nous n'en donnerons ici, bien entendu, qu'un aperçu très sommaire, pour ne pas dépasser les limites de notre cadre.

La Compagnie Ps-L.-M. exposait un chronotachymètre, dont le but est d'enregistrer la marche des locomotives, ainsi que des relevés graphiques obtenus, à l'aide de cet appareil, entre Paris et Nevers. L'appareil est contenu dans une caisse en tôle, dont toutes les portes peuvent être fermées et plombées pendant la marche du train, et qu'on installe, entre les roues motrices, sur le longeron suspendu aux ressorts de la machine. Dans cette caisse se trouve une horloge commandant le mécanisme qui donne le mouvement au cylindre enregistreur: l'autre partie du mécanisme actionne quatre marteaux, dont les coups impriment sur le cylindre quatre séries de marques différentes; ce mouvement lui est directement communiqué par la bielle d'accouplement des roues motrices de la locomotive, à l'aide d'une manivelle articulée et de deux axes, l'un horizontal, l'autre vertical. Il résulte de cette disposition que le nombre de tours de l'axe horizontal est rigoureusement égal au nombre de tours de roues de la machine; l'axe vertical, commandé par une vis sans fin qui porte l'axe horizontal, et par un pignon hélicoïdal, fait un tour pour huit tours de roues de la machine; l'axe vertical est d'ailleurs en deux parties, réunies par un manchon claveté, de manière que le chronotachymètre qui est monté sur des ressorts, pour le soustraire aux vibrations et aux chocs de la marche, puisse prendre un certain déplacement vertical, tout en continuant à recevoir le mouvement de rotation de l'axe vertical, dont la partie supérieure transmet son mouvement au mécanisme de l'appareil à l'aide d'une paire de roues d'angle. Un encliquetage à cames permet d'assurer la marche du chronotachymètre, quel que soit le sens de la marche, en avant ou en arrière, de la locomotive, et il est disposé de manière que l'embranchement se produise automatiquement, sans aucun jeu ni aucun choc. Chaque fois que la locomotive a fait 160 tours de roues, un taquet déclenche l'un des marteaux qui frappent les styles imprimeurs et leur font marquer un point sur le cylindre enregistreur; un second marteau est disposé de manière à frapper un coup pour quatre tours de la locomotive. L'horloge communique un mouvement de rotation au cylindre enregistreur, à raison de deux ou quatre tours à l'heure, selon que l'appareil est destiné à des trains de marchandises ou à des trains de voyageurs; en même temps, le tambour se déplace lentement le long de son axe, sous l'action d'une clavette, qui s'engage dans son filet de vis et que l'on peut embrayer ou débrayer à volonté; quand elle est en prise, le tambour étant animé d'un mouvement hélicoïdal, toutes les marques tracées sur lui par un même marteau, s'alignent suivant une hélice de même pas, de sorte qu'en déroulant le papier, on a une ligne droite très peu oblique par rapport au bord de ce papier, à la condition qu'il ait été rigoureusement placé suivant une génératrice du cylindre. Chaque graphique contient, en résumé, quatre séries de marques correspondant à la marche en avant, à la marche en arrière, les unes à quatre tours de roues, les autres à 160 tours. Pour transformer le nombre de tours de roues en espaces parcourus afin d'en déduire la vitesse, il faut mesurer de temps en temps, la circonférence des roues, pour tenir compte de l'usure des bandages. Si l'on a eu le soin de préparer d'avance une échelle sur laquelle sont indiqués les espacements de marques correspondant à la vitesse maxima qui doit être atteinte, il suffit de faire glisser cette échelle le long de chaque ligne du graphique, pour vérifier immédiatement si la vitesse permise n'a pas été dépassée pendant la marche. Trois appareils de ce type sont en service sur des locomotives d'express, depuis cinq ans; les résultats pratiques qu'ils ont fournis, pendant ce service ininterrompu, ont décidé la Compagnie à en faire construire 400, pour en munir toutes les locomotives des trains de voyageurs.

L'appareil à essayer les métaux au choc en long, exposé par la même Compagnie, a été imité d'un appareil de même genre, en fonctionnement dans les établissements militaires de Bourges. La pièce dont on veut essayer la résistance, est interposée pour arrêter brusquement la chute d'un poids de 10 kilogr. tombant de hauteurs variables, jusqu'à 1^m 110. Le poids est attaché au bas de la pièce, et le haut de cette pièce est engagé dans un chapeau ayant la forme d'un

bouchon tronconique, fixé par un déclic à une traverse mobile entre deux montants parallèles; on soulève cette traverse au moyen d'une courroie disposée comme celle des moutons à étamper; quand la traverse est à la hauteur voulue, un taquet déclenche le déclic, et le chapeau est brusquement arrêté dans sa chute; le poids développe alors dans la pièce à essayer qui sert de lien entre lui et le chapeau, un travail moléculaire mesuré par le produit ph de la hauteur de chute et du poids. On répète l'expérience jusqu'à la rupture, et l'on admet que Σph , c'est-à-dire le travail résistant opposé par la pièce métallique aux chocs successifs que l'on lui fait subir, caractérise la solidité de la pièce au point de vue du choc. Pour diminuer l'importance de la force vive perdue et absorbée par la chabotte en fonte qui arrête le chapeau, on donne à celle-ci et à ses fondations une très grande masse; en outre, pour empêcher le chapeau de rebondir, on le forme de deux parties séparées par un ressort; lorsque la partie inférieure tend à rebondir, elle est arrêtée par la partie supérieure qui n'a pas reçu de choc.

L'appareil à essayer les essieux et les bandages de la même Compagnie, est destiné à soumettre ces pièces à des efforts de flexion ou de compression pouvant atteindre 200 tonnes. Il se compose d'une presse hydraulique, dont le pot et le piston sont en acier forgé, et qui est actionnée par un compresseur sterhydraulique du système Thomasset, capable de refouler l'eau sous la pression maximum de 1 200 kilogr. par centimètre carré, de manière qu'il suffit d'avoir recours à un piston de 150 millimètres de diamètre. Le pot de presse repose sur une table en fonte et le piston est rappelé par un système de trois ressorts à boudin; sa pression est indiquée par une soupape sans siège et par un manomètre gradué; le frottement du cuir embouti étant négligeable, l'effort disponible sur le piston est égal à sa surface multipliée par la pression. On place les bandages à plat autour de la presse, de manière à diriger les efforts suivant les diamètres intérieurs, ou bien extérieurement s'il s'agit de compression; à cet effet, la tête du piston, qui se meut horizontalement, est terminée par une surface cylindrique, à génératrices verticales.

Les dynamomètres hydrauliques qui étaient exposés ont pour objet de mesurer, l'un des efforts de traction atteignant 28 tonnes, l'autre des efforts de compression pouvant s'élever jusqu'à 85 tonnes. Dans un plateau en fer, est creusée une cuvette remplie d'eau glycinée, fermée par un diaphragme en laiton d'une épaisseur de 0^m 0002, contre lequel s'applique un piston destiné à recevoir les efforts; ce diaphragme est soudé au pourtour de la cuvette, qu'un petit conduit met en communication avec un manomètre, qui indique par suite l'intensité de la pression reçue par le diaphragme. La graduation de l'appareil se fait empiriquement, à l'aide de poids tarés, pour les efforts à la flexion, ou avec les indications de la bascule d'une machine à essayer à la compression.

L'élasticimètre enregistreur a pour objet la mesure et l'enregistrement automatiques des allongements des barreaux d'épreuve soumis à un effort de traction. A cet effet, sur les deux côtés du barreau sont disposées deux lames flexibles légèrement bandées à l'aide de rouleaux, solidement maintenues à l'une de leurs extrémités par deux vis de pression, faisant partie d'un étrier qui les serre contre le barreau, articulées à l'autre extrémité avec des étriers mobiles autour d'axes horizontaux: l'un de ces étriers est fixé au barreau, l'autre y est relié en un point convenablement choisi, et porte une longue aiguille qui se meut dans le plan de la fibre neutre. Dans le plan que décrit l'extrémité de cette aiguille est disposée une plaque de verre noirci, sur laquelle elle trace un trait, et qui est maintenue par un cadre oscillant muni d'une petite plaquette de fer doux faisant face aux deux pôles d'un électro-aimant; chaque fois que le levier de la machine à essayer repasse par l'horizontale, après l'addition d'une surcharge, le circuit d'une pile est ouvert, puis fermé, le cadre oscillant est attiré puis repoussé, et l'aiguille trace sur la plaque une petite encoche dans la courbe continue qu'elle dessinait; les portions de courbe comprises entre ces encoches, représentent les allongements que le barreau d'épreuve a pris sous l'action des surcharges successives; leur longueur varie avec ces surcharges et avec le module d'élasticité du métal. En passant la plaque dans un bain de vernis, on fixe ce tracé d'une manière indélébile.

Le nécessaire pour les essais d'huile, contient, sous un volume très réduit, tous les instruments et produits chimiques à employer pour vérifier qu'une huile essayée est bien de l'huile de colza d'Europe. La densité de l'huile pure, mesurée à la température de 15°, au moyen d'un aréomètre thermique de Pinchon, ne varie, en effet, que dans des limites très étroites, et il n'y a, d'autre part, que trois huiles commerciales qui aient une densité inférieure à celle de l'huile de colza; il faut donc vérifier si, dans un mélange ayant la même densité que l'huile de colza, il entre une de ces trois huiles, huile minérale, huile de suif, huile de colza de l'Inde. L'huile minérale est décelée par une goutte d'acide sulfurique, qu'on laisse tomber dans une petite quantité d'huile étendue sur une plaque de porcelaine chauffée à 90°, et qui produit immédiatement une tache brune et diffuse, s'irradiant au pourtour. Pour l'huile de suif, on examine le mode d'action d'une dissolution alcaline convenablement titrée, sur l'huile à essayer, dans laquelle on a ajouté de l'alcool coloré avec de la teinture de curcuma ou avec une petite quantité de phthaléine de phénol; la quantité de dissolution à ajouter à une quantité d'huile déterminée, pour que le mélange prenne une coloration rouge persistante, est d'autant plus grande que l'huile essayée contient plus d'oléine. Enfin, pour reconnaître la présence de l'huile de colza de l'Inde, on observe le pouvoir décolorant de l'huile à essayer, sur une dissolution de permanganate de potasse, convenablement titrée; l'huile de colza d'Europe a, sur cette dissolution, un pouvoir décolorant beaucoup moindre que les huiles de colza de l'Inde. Le nécessaire en

question contient l'aréomètre thermique de Pinchon, les vases et les produits chimiques nécessaires à ces trois expériences.

La Compagnie de l'Est avait exposé un appareil servant à relever les dépressions produites par l'échappement dans la boîte à fumée des locomotives ; la mesure de ces dépressions n'était effectuée qu'à l'aide de manomètres à eau ; dont les indications sont difficiles à lire en marche ; la fréquence des coups d'échappement, l'inertie du liquide, le mouvement de la machine, la capillarité, etc., provoquent de sérieuses perturbations dans les niveaux, si le tube n'est pas exactement calibré, elles peuvent affecter le liquide, d'une manière différente, dans les deux branches. L'appareil exposé comprend un manomètre enregistreur très léger, muni d'une plume qui trace, sur une bande de papier, une courbe dont les abscisses sont proportionnelles aux temps, et les ordonnées, à la dépression qui règne dans le milieu où l'on introduit le manomètre ; les temps sont automatiquement inscrits sur la bande de papier par un batteur de secondes électrique, combiné avec un récepteur Morse, dont le mouvement d'horlogerie produit le déroulement de la bande. Le manomètre est formé de deux membrures circulaires en laiton, dont la surface présente une série d'ondulations concentriques ; au centre de l'une d'elles est percé un trou qui communique avec la boîte à fumée par un ajutage muni d'un robinet : les déformations subies par l'autre membrure se transmettent à une plume du système Richard, après avoir été amplifiées, dans le rapport convenable, au moyen d'une petite bielle et d'une équerre à bras inégaux, fabriquées en aluminium. Un pointeau placé sous la main de l'opérateur, lui permet de marquer sur la bande de papier les repères nécessaires au dépouillement de la courbe ; on règle d'ailleurs la position de la tablette sur laquelle s'appuie cette bande pour recevoir le trait de plume, au moyen d'un arbre à excentrique, de manière à faire varier à volonté la pression de la plume sur le papier et d'en réduire au minimum le frottement résistant. Les différents organes de l'enregistreur sont réglés de manière que la ligne des secondes coïncide exactement avec le trait tracé par la plume, lorsque l'appareil est en libre communication avec l'atmosphère, elle sert donc de ligne de zéro ; l'évaluation des ordonnées se fait par une graduation empirique de l'appareil, en opérant au repos, par comparaison avec un manomètre à eau ; on détermine à cet effet un vide relatif dans des flacons communiquant entre eux et, en faisant fonctionner l'enregistreur, on note l'ordonnée correspondant à la dépression marquée par le manomètre à eau. Pour assurer l'alimentation d'encre de la plume, on emploie un petit réservoir en verre soufflé dans lequel pénètre une tige terminée par une pointe et maintenue à un centimètre au-dessus de la plume : en soufflant dans un tube en caoutchouc qui aboutit au réservoir au-dessus de l'encre, on fait déborder un peu de cette encre dans le tube qui lâche, au moment voulu, une goutte d'encre sur la plume. L'ensemble des organes de l'enregistreur est monté dans l'un des deux compartiments d'une boîte vitrée ; l'autre compartiment contient les piles nécessaires au fonctionnement de l'appareil ; les leviers de manœuvre ou d'embrayage aboutissent à l'extérieur de cette boîte, à la partie supérieure de laquelle est disposé un tube de laiton, muni de quatre ajutages à robinets, que l'on peut successivement mettre en communication avec les différents points de la capacité dans laquelle il s'agit de mesurer la dépression. L'appareil permet aussi d'étudier les phénomènes du démarrage des locomotives : il suffit de compter le nombre de coups d'échappement par seconde et de le comparer aux espaces parcourus et aux vitesses successives. Il résulte des expériences faites à l'aide de cet enregistreur, qu'au repos, le tirage naturel provoque une dépression à peine sensible, 5 millimètres d'eau au maximum ; au démarrage, l'échappement se produit lentement et la courbe présente une large base ; puis, à mesure que la vitesse augmente, la dépression se creuse, mais dure moins longtemps ; elle s'établit très brusquement et diminue ensuite aussi rapidement ; il faut une vitesse assez élevée, pour qu'il se produise une dépression permanente un peu importante entre deux coups successifs d'échappement ; les changements d'admission aux cylindres sont accusés par une augmentation ou une diminution de dépression, il en est de même des variations d'ouverture du régulateur ; l'ouverture de la porte du foyer suffit pour provoquer, dans la boîte à fumée, des dépressions dans l'intervalle de deux coups d'échappement consécutifs.

La machine à essayer les huiles, exposée par la Compagnie de l'Est, est destinée à vérifier le pouvoir lubrifiant des différentes huiles employées pour le graissage des fusées des essieux et des tourillons des arbres de transmission. Ce pouvoir lubrifiant étant, à pression et à vitesse égales, inversement proportionnel à la résistance tangentielle développée à la circonférence de la fusée par son glissement sur la surface du coussinet qui presse sur elle, c'est la valeur de cette résistance tangentielle qu'on mesure automatiquement, à l'aide d'un enregistreur. A cet effet, on fait usage d'une machine qui se compose d'un arbre de même qualité que les essieux, avec une portée médiane de même diamètre que les fusées, supporté à ses extrémités par des paliers graisseurs ; c'est sur cette portée qu'on place un coussinet de boîte ordinaire. L'arbre est percé dans sa longueur d'un trou de 25 millimètres dans lequel on peut injecter un courant d'eau, dont on peut faire varier le débit et la température. L'huile à essayer est placée sous la portée, dans un récipient semblable à celui des boîtes en usage pour les wagons, avec un tampon graisseur disposé de même. Les tourillons de l'arbre sont prolongés au delà des paliers et portent une poulie destinée à communiquer à cet arbre son mouvement de rotation. La partie la plus délicate de l'appareil est celle qui sert à mesurer exactement la pression graduelle que l'on communique au coussinet placé sur la portée de l'arbre-fusée ; à cet effet, un grain d'acier appuyant sur la boîte dans laquelle est encastré le coussinet, sert d'appui à un étrier dont la partie inférieure reçoit une cuvette manométrique, au plateau de laquelle on peut imprimer des déplacements

infinitement petits, à l'aide d'un système de vis filetées dans le même sens, avec un pas un peu différent, qu'on fait tourner dans un écrou fixé au bâti de l'appareil et muni d'une manivelle ; on donne d'ailleurs l'élasticité nécessaire à l'appareil qui sert à charger le coussinet, en faisant reposer la tête de la vis sur deux rondelles de ressorts Belleville ; on se rapproche ainsi des conditions de la pratique où les boîtes à huile sont chargées par l'intermédiaire de ressorts. La cuvette manométrique remplie d'eau est fermée par une membrane étanche en caoutchouc, supportant le plateau sur lequel est exercée la pression de la vis ; un manomètre, du système Richard, en communication avec l'eau contenue dans cette cuvette, enregistre, d'une manière continue, la pression exercée par la vis, et permet de se rendre compte des variations qui viendraient à se produire pendant la durée de l'expérience, à $\frac{1}{10}$ de kilogramme près : la charge totale produite sur le coussinet est égale à 800 fois la valeur de la pression en kilogrammes, par centimètre carré, lue sur le manomètre. D'autre part, le glissement de l'arbre-fusée sur la surface du coussinet donne lieu à une résistance appliquée tangentielle, qu'il s'agit de mesurer. A cet effet, l'armature qui embrasse la boîte faisant corps avec le coussinet, se termine de part et d'autre, par une sorte de romaine maintenue entre des vis de butée, et à laquelle est accroché un ressort à boudin attaché par une lame flexible, à l'extrémité d'un secteur relié à l'arbre-fusée par des bielles et des engrenages, calculés de manière que, pour 10 tours de cet arbre, ce secteur fasse une oscillation complète, produisant la bande et la débände du ressort. Cette oscillation se transmet à un cylindre enregistreur, muni d'une hélice en saillie, capable de tracer un trait à l'encre sur un autre cylindre en contact avec le premier et recouvert de papier : au début du mouvement, quand la bande du ressort est nulle, le papier est en contact avec l'origine de l'hélice ; s'il s'écarte automatiquement au moment précis où la bande du ressort fait équilibre à la force de frottement, l'hélice trace une ligne d'une longueur proportionnelle à l'allongement total du ressort et, par conséquent, à la force de frottement ; ce résultat est obtenu au moyen d'un encliquetage dont la mise en jeu est précisément déterminée par la butée de la romaine contre ses vis. A chaque oscillation du secteur, le cylindre de papier tourne d'une certaine quantité, afin de recevoir l'inscription d'une ordonnée sur une génératrice différente, et l'écartement de ces ordonnées peut être réglé à la main, de manière à rendre les inscriptions bien lisibles. Le liquide réfrigérant qu'on fait circuler à l'intérieur de l'arbre-fusée, est une solution aqueuse de glycérine passant dans un serpentin entouré d'un mélange de glace et de sel marin, on fait circuler ce liquide à l'aide d'une petite pompe spéciale ; la température dégagée par le frottement est relevée au moyen d'un thermomètre plongé dans une cavité remplie de mercure, ménagée au-dessus de la boîte du coussinet ; de même un thermomètre, plongé dans le récipient inférieur qui contient l'huile, donne la température de celle-ci. Quant à la fluidité des huiles, on la détermine à l'aide d'un ixomètre du système Barbier (1).

Les expériences faites à l'aide de cette machine compliquée, mais ingénieuse, ont eu pour but de déterminer l'influence, sur le frottement, de la pression, de la vitesse, de la température de l'huile, enfin de la nature de l'huile essayée. On a trouvé que, la vitesse étant constante, dans les mêmes conditions de refroidissement de la fusée, les coefficients de frottement vont en diminuant, à mesure que la pression augmente jusqu'à 30 kilogr. par centimètre carré : ils augmentent ensuite pour des pressions supérieures ; les conditions de refroidissement des surfaces frottantes restant les mêmes, les températures de régime croissent avec les premiers ; pour une même vitesse et pour une même pression, le coefficient de frottement décroît à mesure que la température de régime augmente entre 16° et 40° ; enfin, pour des vitesses comprises entre 30 et 176 mètres par minute, les mêmes conclusions s'appliquent sans modifications, mais, en général, le coefficient de frottement croît avec la vitesse, la pression restant la même. En ce qui concerne la nature de l'huile, on a comparé l'huile de colza pure, ou mélangée de schiste, et l'huile minérale de Russie, et on a constaté que la diminution de frottement avec l'augmentation de la température est moins forte pour l'huile de colza pure ou schistée que pour les huiles minérales, mais que la différence décroît rapidement avec l'élévation de la température.

La Compagnie d'Orléans exposait les dessins d'une balance à plateaux manométriques, destinée au réglage des locomotives et des tenders. On sait que la stabilité en marche dépend, en grande partie, d'une répartition convenable, entre les essieux, du poids qui est suspendu sur les ressorts ; il importe donc de vérifier fréquemment cette répartition ; comme le réglage, au moyen de bascules ordinaires ou de romaines, est une opération très lente et peu exacte, la Compagnie a étudié un appareil spécial qui permet d'éviter ces inconvénients. Le principe en est le même que celui du baromètre à mercure et à cuvette, et repose essentiellement sur l'emploi du plateau multiplicateur de Desgoffe : c'est un plateau qui reçoit la charge à équilibrer et qui reporte son action, par l'intermédiaire de supports à couteaux, fixés à ses extrémités sur des bouts de balanciers prenant leur point d'appui, en leur centre, sur le bâti des fondations. A leur autre extrémité, ces deux balanciers communiquent l'action de la charge à un même disque qui appuie sur la membrane en caoutchouc d'une cuvette manométrique fixe, remplie d'un liquide qui transmet, par un ajutage, sa pression à la surface supérieure de la cuve à mercure d'un baromètre ; en raison de l'incompressibilité du liquide, la charge transmise fait monter la colonne de mercure proportionnellement à la valeur de la charge. La graduation de l'appareil se fait d'ailleurs empiriquement. Installé pour le réglage des locomotives ayant au plus quatre essieux, l'appareil comporte huit plateaux de ce genre, disposés quatre par

(1) Revue générale des chemins de fer, numéro d'octobre 1885.

quatre, de chaque côté de l'axe longitudinal : ces plateaux n'ont pas tous la même longueur, car ils peuvent recevoir les essieux, à écartement variable, de tous les types de locomotives. La partie supérieure de la cuvette et le tuyau de communication avec le baromètre à mercure sont disposés avec une pente qui permet à l'air contenu dans l'eau d'occuper la partie supérieure de la cuvette : on peut alors purger de temps en temps l'appareil, afin que les résultats de la pesée ne soient pas faussés par la compressibilité de l'air. Au fond de la cuvette est un large bossage qui s'oppose à une trop forte dépression de la membrane et qui l'empêche de se déchirer au pourtour, par suite d'une fuite ou de la rupture de la colonne barométrique. Il s'agit, en outre, d'éviter, au moment de l'arrivée d'une locomotive sur les plateaux, les chocs brusques qui pourraient se transmettre aux organes de la balance et la détériorer ; à cet effet, on laisse fermé un robinet d'interception et l'eau sert d'appui ; l'ouverture lente de ce robinet permet de faire monter graduellement la colonne de mercure, sans secousse, jusqu'à l'équilibre ; d'ailleurs, les tubes manométriques sont plus hauts que ne le comporte la charge normale d'un essieu, et se terminent, à la partie supérieure, par un réservoir en fonte, qui peut contenir une petite quantité de mercure. Les huit colonnes barométriques sont placées d'un même côté de l'appareil et celles qui se rapportent à un même essieu sont très rapprochées l'une de l'autre pour faciliter la lecture des résultats. Les dérangements de l'appareil, provenant de fuites ou de tassements, sont décelés par le niveau du mercure qui ne correspond plus au zéro.

L'appareil de ripage des locomotives, qui fait partie de l'outillage des wagons de secours, rappelle, au moins par le principe, celui que la Compagnie du Nord exposait en 1878. Celui de la Compagnie d'Orléans est plus restreint dans ses applications : il sert à replacer sur la voie, en cas de déraillement, les locomotives dont les roues ne sont pas éloignées de plus de 0^m 40 des rails ; il complète la poutre à vérins à longue course, à l'aide de laquelle on opère le levage de la machine, et il dispense d'avoir recours aux vérins à chariots, dont la course peut être insuffisante et qui nécessitent plusieurs reprises.

L'appareil comporte : 1^o deux chariots, munis chacun de leurs galets cylindriques, qui roulent sur la poutre et sur lesquels repose la traverse d'avant de la machine ; ces chariots, d'une hauteur réduite, sont en acier moulé ; on leur fait décrire, pendant le ripage, un arc de cercle dont le centre est situé sur l'axe autour duquel se meut la machine ; 2^o un cric spécial, dont l'une des extrémités s'appuie sur une butée fixée à la poutre, tandis que l'autre agit sur l'un des chariots, pour l'éloigner de la butée et déplacer la machine sur la poutre de soutien. Ce cric est composé d'une boîte en acier moulé, dans laquelle se déplace longitudinalement une vis à file carré, dont l'extrémité porte une tête demi-cylindrique, formant une articulation à osselet avec la butée ménagée sur le chariot pour la recevoir. L'avancement de cette vis s'obtient au moyen d'une roue et d'un pignon d'angle ; le moyeu de la roue sert d'écrou à la vis, tandis que le pignon porte la manivelle de commande. La boîte du cric s'appuie, d'ailleurs, sur la butée de la poutre de soutien par l'intermédiaire d'une autre articulation à osselets, pour permettre au cric d'obéir au mouvement courbe des chariots. Le cric étant symétrique, par rapport à un plan vertical passant par son axe, on peut s'en servir pour effectuer un ripage, soit vers la droite, soit vers la gauche. Un homme agissant sur la manivelle peut riper de 110 millimètres par minute une locomotive du poids de 50 tonnes.

M. COSSMANN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CONGRÈS ET CONFÉRENCES DE L'EXPOSITION

Congrès de mécanique appliquée.

Le Congrès international de mécanique appliquée s'est réuni au Conservatoire des Arts et Métiers, du 16 au 21 septembre dernier, sous la présidence de M. Philipps, membre de l'Institut, assisté de MM. Farcot et Gottschalk, vice-présidents ; Tresca, Max de Nansouty et Boudenoot, secrétaires.

Les membres étaient répartis en trois sections : 1^o *Machines à vapeur* ; — 2^o *Chaudières* ; — 3^o *Machines à air froid, transmission de force et organes divers*.

Les rapports de MM. Philipps, Polonceau, Hirsch, Bour, Olry, Richard, Cornut, Mallet, A. Tresca et Boudenoot ont été lus et discutés en assemblée générale. Les présidents des sections ont présenté à la dernière séance le compte rendu des travaux de leurs sections, savoir : M. Haton de la Goupillière pour la première section, M. Bour pour la deuxième, et M. Hirsch pour la troisième.

L'assemblée générale a émis plusieurs vœux. Celui en faveur de la création de laboratoires d'essais de mécanique appliquée a été adopté à l'unanimité.

Un autre vœu concernait la terminologie de certaines expressions employées en mécanique. Une commission avait été nommée à ce sujet par le Congrès, et, à la dernière séance, on a adopté ses propositions en assemblée générale. Voici le texte de ce vœu :

Les membres du Congrès international de mécanique appliquée, après en avoir délibéré, émettent le vœu que, par un accord unanime, le langage de la mécanique arrive à se préciser de la manière suivante :

1^o Le mot *force* ne sera plus employé désormais que comme synonyme d'effort, sur la signification duquel tout le monde est d'accord. On proscribit spécialement l'expression *transmission de force*, qui se rapporte en réalité à la transmission d'un travail, et celle de *force d'une machine*, qui n'est que l'activité de la production du travail par ce moteur, ou, en d'autres termes, le quotient d'un travail par un temps.

2^o Le mot *travail* désigne le produit d'une force par le chemin que décrit un point d'application suivant sa propre direction.

3^o Le mot *puissance* sera exclusivement employé pour désigner le quotient d'un travail par le temps employé à la produire.

4^o En ce qui concerne l'expression numérique de ces différentes grandeurs, pour tous ceux qui acceptent le système métrique, les unités sont les suivantes :

La *force* a pour unité le kilogramme défini par le Comité industriel des poids et mesures ;

Le *travail* a pour unité le kilogrammètre ;

La *puissance* a deux unités distinctes, au gré de chacun, le *cheval* de 75 kilogrammètres par seconde, et le *Poncelet*, de 100 kilogrammètres par seconde.

5^o L'expression *énergie* subsiste dans le langage comme une généralisation fort utile comprenant, indépendamment de leur forme actuelle, les quantités équivalentes : travail, force vive, chaleur, etc.

Il n'existe pas une unité spéciale pour l'énergie envisagée avec cette généralité : on l'évalue numériquement, suivant les circonstances, au moyen du kilogrammètre, de la calorie, etc.

6^o On se rend bien compte, dans ce qui précède, que ce système présente des différences avec celui qui est adopté maintenant par l'état de l'électricité. Les trois grandeurs essentielles de toute homogénéité, au lieu d'être, comme pour les électriciens, la longueur, le temps et la masse, sont ici la longueur, le temps et la force. Il a semblé que, pour les mécaniciens tout au moins, sans vouloir engager une discussion au point de vue de la philosophie des sciences, l'effort était une notion primordiale plus immédiate et plus claire que celle de la masse (1).

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Après la clôture. — Presque tous les locaux de l'Exposition sont à peu près vides maintenant, sauf la Galerie des Machines où le travail de démontage est toujours mené rapidement. Les visiteurs continuent à être relativement assez nombreux au Champ de Mars ; il y entre chaque jour une moyenne de 2000 à 2500 personnes avec des tickets. Ceux-ci, il est vrai, sont maintenant tombés au prix de dix centimes.

A l'Esplanade des Invalides, plusieurs constructions sont déjà complètement démolies. Le passage pratiqué, au lendemain de la clôture, pour faciliter aux piétons le parcours de la rue Saint-Dominique, vient de disparaître ; l'Esplanade est maintenant rendue à la circulation, sauf pour les voitures.

En raison de l'état d'avancement du déménagement des galeries de l'Exposition, il vient d'être décidé que le service de l'inspection serait licencié à partir du 30 novembre. En outre, les hommes du service de la sûreté, dont le nombre avait déjà été diminué de moitié après la clôture de l'Exposition, vont quitter, à la même date, le Champ de Mars pour reprendre leur service habituel. Il en sera de même pour les commissariats de police spéciaux de l'Exposition, et dorénavant toutes les affaires seront du ressort du commissaire de police du quartier du Gros-Caillou, comme pendant la période de construction des bâtiments du Champ de Mars. Toutefois, un certain nombre d'agents resteront au poste de police de l'avenue de La Bourdonnais pour assurer le service d'ordre et de surveillance.

Adresse des Comités au Président de la République. — Les présidents des Comités d'admission et d'installation de toutes les classes de l'Exposition se sont réunis le 21 novembre, au Champ de Mars, sur la convocation de M. Prevet, député de Seine-et-Marne et président du groupe VII. Il a été décidé qu'un album contenant, avec la reproduction des médailles et des diplômes, une adresse signée par tous les membres des Comités, serait offert au Président de la République pour le remercier du concours personnel qu'il a apporté au succès de l'Exposition. A l'issue de la réunion, MM. Prevet et Foucher de Careil se sont rendus chez le Président de la République pour l'informer de la décision qui venait d'être prise.

Fermeture de la Tour Eiffel. — Le Conseil d'administration de la Société de la Tour de 300 mètres vient de décider qu'à partir du 1^{er} décembre la Tour serait fermée aux visiteurs. Cette mesure a été prise en raison des difficultés d'accès que va présenter le Champ de Mars pendant la mauvaise saison et pendant la démolition des constructions avoisinantes. Le nombre des visiteurs durant les mois d'hiver serait sans doute trop peu considérable pour couvrir les frais nécessités par le fonctionnement des ascenseurs.

Affectation des bâtiments du Champ de Mars. — La commission municipale de quinze membres chargée d'examiner le projet concernant la conservation et l'affectation des bâtiments du Champ de Mars vient d'être saisie des propositions définitives du Gouvernement.

Le partage proposé entre l'Etat et la Ville de Paris par le Gouvernement, d'après les indications de M. Alphand, est celui-ci : l'Etat aurait le palais des Machines, le dôme central et la galerie de trente mètres ; la Ville, les deux galeries Rapp et Desaix, le palais des Beaux-Arts, le palais des Arts libéraux, les terrasses, le parc et les fontaines lumineuses.

La Ville payerait à l'Etat, pour cette cession, une somme de 4 millions et renoncerait à sa part dans les bonis de l'Exposition, part que le directeur des travaux évalue à 2 700 000 francs.

La location des restaurants placés sous les galeries et celle du palais des Arts libéraux, demandée par diverses institutions, compenseraient probablement cette dépense.

Médailles commémoratives aux soldats américains. — Le Comité des exposants des Etats-Unis a distribué, la semaine dernière, des médailles commémoratives aux hommes du détachement de la marine qui, pendant toute l'Exposition, a fait le service de garde dans les sections américaines au Champ de Mars. Cette cérémonie était présidée par M. Tuck, commissaire général des Etats-Unis, ayant à ses côtés MM. le commandant Maigret, représentant le Président de la République, le colonel Delorme, représentant le Ministre de la Marine, etc.

(1) Communication des vœux émis par le Congrès a été faite par M. Philipps, à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 23 septembre 1889 ; elle a donné lieu à une discussion à laquelle ont pris part MM. Mascart et Berthelot.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 4 octobre 1889.

Présidence de M. G. EIFFEL.

Réception des Ingénieurs étrangers à l'Exposition de 1889. — M. PÉRISSE rend compte de la réception faite par la Société aux Ingénieurs belges, hollandais, espagnols, russes, portugais, brésiliens et chiliens.

M. POLONCEAU rend compte de la réception des Membres de l'Iron and Steel Institute.

Visite des Ingénieurs étrangers au Creusot. — M. PÉRISSE rend compte de la visite des Ingénieurs anglais au Creusot, à l'occasion de laquelle la grande médaille Bessemer a été remise à M. Henri Schneider.

Visite des Ingénieurs étrangers dans la Loire. — M. CH. HERSCHER rend compte de la visite des Ingénieurs anglais aux établissements de la Loire.

Visite des Ingénieurs étrangers à Longwy dans le Luxembourg et dans la région de Maubeuge. — M. E. PENELLE rend compte de l'excursion faite avec les Ingénieurs étrangers à Longwy, dans le Luxembourg et dans la région de Maubeuge.

Résumé. — M. Eiffel, président, résume ces intéressantes communications en rappelant que 2500 personnes ont pris part aux excursions et visites organisées par la Société des Ingénieurs civils. Dans ce nombre figurent : 450 Ingénieurs américains, 700 Ingénieurs anglais; 450 Ingénieurs belges; 52 Ingénieurs hollandais; 90 Ingénieurs russes; 60 Ingénieurs espagnols; 25 Ingénieurs portugais; 7 Ingénieurs brésiliens; 3 Ingénieurs chiliens.

Nomination de membres honoraires. — MM. ALPHAND et BERGER, directeurs généraux de l'Exposition de 1889, sont nommés Membres honoraires de la Société des Ingénieurs civils.

Séance du 18 octobre 1889.

Présidence de M. G. EIFFEL.

La raideur des cordages. — M. L. DE LONGRAIRE fait une communication sur la raideur des cordages. Il rappelle les expériences de Morin, Eytelwein, Weisbach, Coulomb, Hermann, Grashof, Murgue, et signale l'utilité d'une théorie exacte sur cette matière encore imparfaitement connue au point de vue technique.

Avant-projet d'un pont sur la Manche (1). — M. HERSENT fait connaître les données principales d'établissement d'un pont projeté sur la Manche par MM. Hersent, Schneider, Fowler et Baker.

M. PRADEL, Ingénieur en chef de la Compagnie du Creusot, décrit la partie métallique de l'ouvrage.

La discussion de cette communication est remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 28 octobre 1889.

Physique. — Sur une formule fournissant les forces élastiques des vapeurs en fonction de la température. Note de M. NIKOLAÏ DE SALOFF.

Chimie. — 1° Sur l'équilibre de partage de l'hydrogène entre le chlore et l'oxygène. Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

Les expériences de MM. Hautefeuille et Margotet, sur le partage de l'hydrogène en présence du chlore et de l'oxygène, présentent un grand intérêt pour le contrôle des lois générales de l'équilibre chimique, dont M. Le Chatelier a entretenu à diverses reprises l'Académie. Il est possible, en effet, dit l'auteur de cette communication, de déterminer *a priori*, par le calcul, la valeur de tous les coefficients de partage qui ont été mesurés expérimentalement. M. Le Chatelier avait, il y a quelque temps déjà, commencé cette recherche en vue d'une application au procédé Deacon pour la fabrication industrielle du chlore.

Après avoir signalé et discuté la formule d'équilibre relative à un mélange d'oxygène, chlore, eau et acide chlorhydrique, il examine, tour à tour, l'influence de la température et celle de la pression.

2° Sur quelques azotites doubles de ruthénium et de potassium. Note de MM. A. JOLY et M. VÈZES, présentée par M. Troost.

Dans une note précédemment présentée à l'Académie, l'un des auteurs a montré qu'au contact des azotites alcalins, le sesquichlorure brun de ruthénium se transforme en un sel rouge, que Claus

croyait être un chlororuthénate, et qui, en réalité, répond à la formule $2\text{KCl}, \text{RuCl}^3 (\text{AzO})$.

Pour effectuer cette réaction, il faut avoir soin d'opérer en liqueur acide, et la transformation est complète lorsqu'on a atteint la neutralité. Si l'on continue à ajouter l'azotite alcalin, la couleur rouge groseille de la dissolution passe au rouge orangé, suivant les conditions de température; selon que l'azotite ou le chlorure rouge domine dans le mélange réagissant, on obtient un dépôt soit d'une poudre jaune cristalline peu soluble dans l'eau froide, soit de cristaux volumineux rouge orangé très solubles. Ces deux substances sont des azotites doubles de potassium et de ruthénium, dont l'étude faite par MM. Joly et Vèzes est présentée dans tous ses détails dans cette note.

Les azotites décrits par les auteurs ne sont pas les seuls qu'on puisse obtenir, mais ce sont ceux qui présentent le maximum de stabilité dans des conditions faciles à réaliser. Il en existe d'autres qu'ils ont trouvés, mais lorsqu'on essaye de les isoler, par de nouvelles cristallisations, ces azotites se décomposent, pour reproduire ceux décrits dans cette communication.

3° Sur la sorbite. Note de MM. C. VINCENT et DELACHANAL, présentée par M. Friedel.

MM. Vincent et Delachanal ont déjà fait connaître les procédés qui leur ont permis de rechercher et d'extraire rapidement la sorbite à l'état de pureté; ils présentent aujourd'hui la suite de leurs recherches sur cette matière.

Tous les fruits des rosacées, disent ces chimistes, doivent renfermer de la sorbite, conjointement avec du sucre fermentescible. Ils en ont en effet extrait des poires, des pommes, des nèfles, des cerises, des prunes mirabelles, des pruneaux, des pêches, des abricots.

Certains fruits sont particulièrement riches en sorbite : tels sont les poires, dont ils ont extrait 8 grammes de sorbite par kilogramme de fruits; les cerises, qui ont donné 7 grammes de ce produit; les pruneaux, qui ont fourni la même quantité de sorbite cristallisée par kilogramme de matière.

La sorbite est donc un produit très abondant, et qu'il est très facile de se procurer en toute saison.

MM. Vincent et Delachanal terminent leur communication par l'étude de l'action de l'acide iodhydrique sur la sorbite, démontrant que ce corps donne identiquement les mêmes produits que la mannite par l'action de l'acide iodhydrique.

Ils entretiennent enfin l'Académie de la sorbite hexacétique.

4° Recherches sur la digitaline cristallisée. Note de M. ARNAUD, présentée par M. Friedel.

M. Arnaud présente à l'Académie, dans cette note, une étude très complète sur la digitaline cristallisée; de cette étude, il résulte que la digitaline cristallisée constitue une espèce chimique bien définie, contrairement à l'assertion de Schmiedeberg, qui la représente comme un mélange de plusieurs corps cristallins. Il n'y a donc pas lieu de désigner le produit pur sous le nom de digitoxine, comme cela a été proposé; elle paraît être le type de toute une série de corps analogues, parmi lesquels il faut placer la tanghinine, l'un des principes actifs du tanguin de Madagascar, et dont l'auteur se propose de faire l'étude approfondie, qui fera l'objet d'une communication ultérieure.

Agriculture. — 1° Fixation de l'azote par les légumineuses. Note de M. E. BRÉAL, présentée par M. P. P. DEHÉRAIN.

Dans une communication que M. Dehérein a faite l'an dernier à l'Académie, il a montré qu'on peut provoquer la naissance de nodosités sur les racines des légumineuses, en piquant ces racines avec une aiguille plongée au préalable dans une nodosité d'une autre plante de la même famille. Les nodosités sont remplies de bactéries; on effectue donc une véritable inoculation.

M. Berthelot, tout en démontrant par des expériences nombreuses et très concluantes l'enrichissement du sol aux dépens de l'azote de l'air, par le travail de micro-organismes, a reconnu de son côté cette faculté des légumineuses de fixer l'azote gazeux.

M. Dehérein a fait de nouvelles cultures cette année, et la netteté des résultats obtenus, qu'il fait connaître en détail à l'Académie dans cette communication, lui permet de conclure, à la suite de MM. Hellriegel et Wilfarth et de M. Berthelot, que les légumineuses sont des plantes qui peuvent très bien se développer sur des sols pauvres en matière azotée, à condition que leurs racines se garnissent de nodosités à bactéries. Elles fournissent d'abon-

dantes récoltes riches en azote, et fixent, par leurs racines, cet élément dans la terre qui les porte. Elles méritent donc bien le nom de plantes améliorantes que depuis si longtemps leur donnent les agriculteurs;

2° Sur l'atmosphère contenue dans le sol. Note de M. Th. SCHLÖESING fils, présentée par M. Duclaux.

M. Schlöesing fils, qui a décrit dans une communication précédente l'appareil qu'il a imaginé pour recueillir les gaz compris dans l'atmosphère contenue dans le sol, présente aujourd'hui à l'Académie les analyses des différentes prises d'essai qu'il a faites.

Il résulte de ses expériences que l'atmosphère contenue dans le sol est essentiellement mobile. Les nappes gazeuses doivent s'y mouvoir bien plus que les nappes d'eau; elles tendent à le faire sous l'influence de causes multiples qui produisent leurs incessantes variations de température, de pression et de composition chimique.

Mathématiques. — Sur certains éléments linéaires harmoniques. Note de M. RAFFY, présentée par M. Darboux.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Novembre 1889.

Présidence de M. BERTHELOT.

M. WYROUBOFF a repris l'étude de certains composés du cérium, pour déterminer si ce composé doit être rangé parmi les métaux di- ou triatomiques. La formule Ce^2O^3 , généralement admise pour son oxyde, est principalement établie d'après la chaleur spécifique du cérium.

M. Wyruboff invoque contre cette formule le fait que cet oxyde est cubique, et que l'on ne connaît aucun autre sesquioxyde cubique; l'isomorphisme d'un de ses sulfates avec le sulfate de cadmium; la fixité de son chlorure, l'insolubilité de son tartrate et de son oxalate. Il a, en outre, préparé des sulfates doubles de cérium et de potassium, et a obtenu un sulfate double bien différent des autres, ainsi qu'un sulfate acide de cérium. Toutes ces propriétés lui font attribuer à l'oxyde de cérium la formule CeO , ce qui conduit à modifier le poids atomique de cet élément.

M. BÉHAL communique, au nom de M. CHOAY et au sien, leurs recherches sur l'action de la chaleur sur le chloral-ammoniaque. Il se forme dans cette réaction une série de produits dont ils ont séparé deux corps cristallisés : 1° le chloralamide $\text{CCl}^3 - \text{CH} = \text{AzH}$, fusible à 168° se dédoublant par l'eau à 170° en chloroforme et formamide; il est décomposé à froid par le chlorure de platine en chloral et ammoniaque; 2° la déhydrotrichlorodioxypipérazine $\text{C}^4\text{Cl}^3\text{H}^3\text{Az}^2\text{O}^2$ fusible à $216-217^\circ$; elle est décomposée partiellement par le chlorure de platine; traitée par l'anhydride acétique, elle se déshydrate et donne une monoacétine $\text{C}^4\text{Cl}^3\text{H}^3\text{Az}^2\text{O}$ ($\text{C}^2\text{H}^3\text{O}$), cristallisée en longues aiguilles infusibles, indécomposables par le chlorure de platine.

M. HANRIOT présente, de la part de M. H. GAUTIER, un nouvel appareil pour distillations fractionnées dans le vide, qui permet de ne pas interrompre la distillation pour le changement de récipients.

M. COLSON a étudié les chaleurs de neutralisation de la nicotine par l'acide chlorhydrique. Il a trouvé que l'addition d'une première molécule d'acide chlorhydrique dégage $8^{\text{cal}}5$, tandis que l'addition d'une seconde ne donne que $3^{\text{cal}}5$. Il en conclut que la neutralité au tournesol doit être obtenue par l'addition d'une seule molécule d'acide chlorhydrique, et a en effet constaté que le titrage de cette base par l'acide chlorhydrique et le tournesol ne donne que 50 % de la nicotine.

BIBLIOGRAPHIE

Annuaire spécial, commercial, maritime, statistique, du port de Bordeaux (mai 1889). Règlements, tarifs et droits divers; outillage commercial et maritime; marchandises diverses (usages, importations et exportations); navigation; avec tables en Allemand, en Anglais, en Italien, par Ch. HAILLECOURT, sous-chef du secrétariat de la Chambre de commerce de Bordeaux, 1 vol. grand in-8°. Féret et fils, à Bordeaux, Challamel, à Paris, éditeurs. — Prix : 4 francs.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XV, n° 25, p. 589.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — *Mécanique*. La machine à vapeur horizontale de 1000 chevaux de l'Exposition universelle de 1889 (*planche XX*), p. 149 ; MAX DE NANSOUTY. — Nouvelle machine à glace, p. 151 ; HENRI MAMY. — *Géodésie*. Traité de nivellement de haute précision, p. 152 ; M. D'OCAGNE. — *Aérostation*. Un projet de ballon dirigeable. *L'Avisol*, p. 154 ; G. BÉTHUYS. — *Etudes et travaux parlementaires*. Chronique parlementaire, p. 156 ; G. BRESSON. — *Correspondance*. Correspondance des Etats-Unis, p. 156 ; AUGUSTE J. ROSSI. — *Nécrologie*. Francis Pothier, p. 157. — Le docteur Quesneville, p. 158. — Auguste Bonnet, p. 158 ; P. REGNARD. — Théodore Lelong, p. 158. — *Informations*. Inauguration de l'usine municipale d'électricité des Halles Centrales, p. 158. — Les tickets de chemins de fer de Hongrie, p. 158.

Planche XX : Machine horizontale à 4 tiroirs, type Farcot, de 1000 chevaux.

Exposition universelle de 1889. Compagnie générale des Asphaltes de France, p. 159 ; G.-L. PESCE. — Le grand-duché de Finlande à l'Exposition universelle de 1889, p. 163 ; R. GENTILINI. — Le matériel de l'industrie textile à l'Exposition de 1889 (*suite*), p. 164 ; ALFRED RENOUARD. — Le matériel de la navigation et du sauvetage à l'Exposition de 1889 (*suite*), p. 167 ; L. MULLER. — Chronique de l'Exposition, p. 167.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des sciences, séance du 4 novembre 1889, p. 168 ; G. PETIT. — Société industrielle du Nord de la France, p. 168.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 168.

MÉCANIQUE

LA MACHINE A VAPEUR HORIZONTALE DE 1000 CHEVAUX de l'Exposition universelle de 1889.

(*Planche XX.*)

Un des mécanismes les plus remarquables dans le Palais des Machines de l'Exposition universelle de 1889 a été la machine à vapeur hori-

main d'un mécanicien unique, des puissances de 1000 à 1200 chevaux ; tel est le cas notamment des tissages, et des filatures surtout, dans lesquelles un grand nombre de mécanismes solidaires les uns des autres doivent être simultanément actionnés et réglés par un centre d'énergie unique, pouvant faire face à de grandes variations dans le travail.

Comme pour en fournir la preuve, une machine motrice identique à celle que nous avons vue tourner dans le Palais des Machines à l'Exposition était livrée par MM. Farcot, pendant l'Exposition même, à une

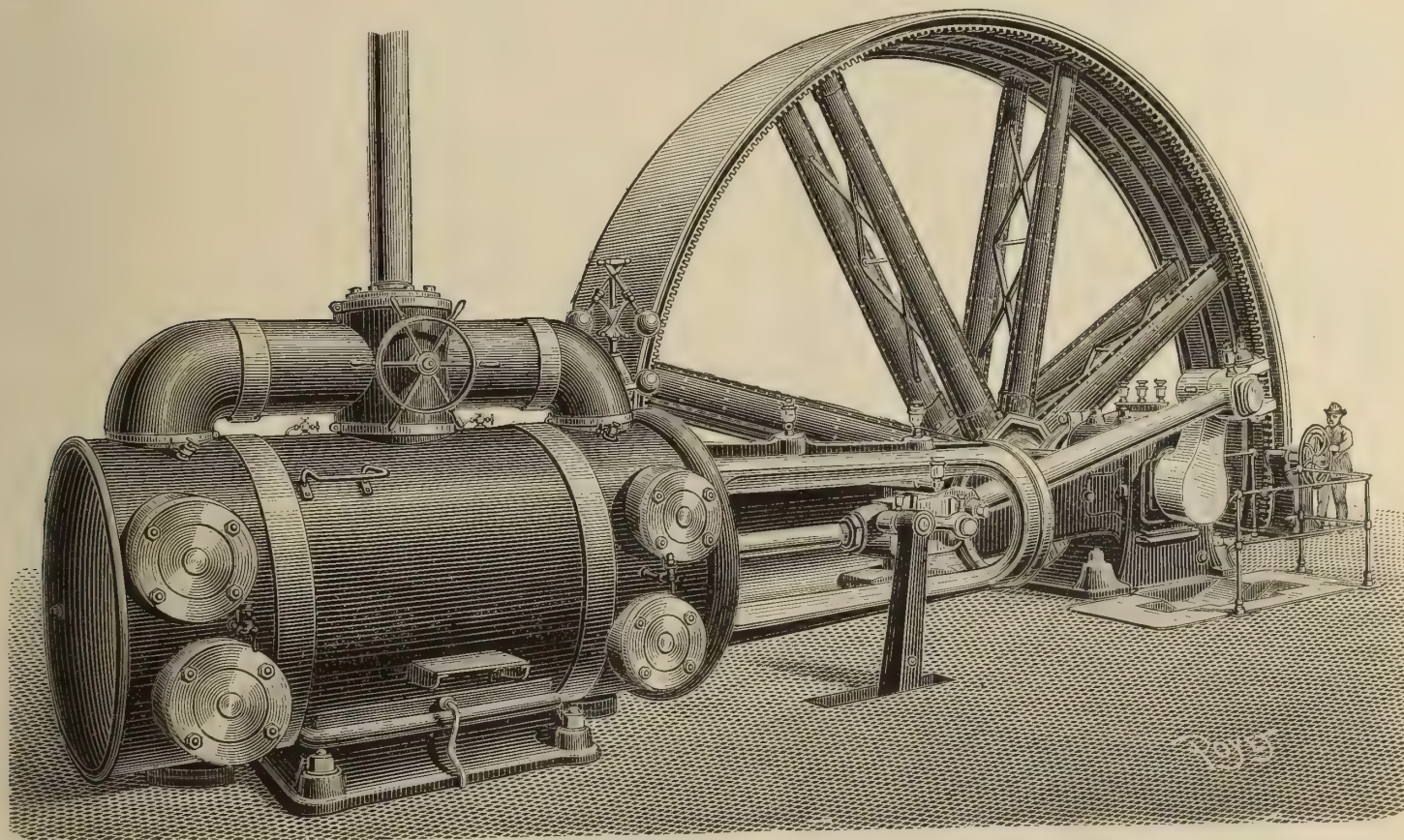


FIG. 1. — La machine à vapeur de 1000 chevaux du Palais des Machines à l'Exposition de 1889.

zontale de 1000 chevaux, genre Corliss, à quatre tiroirs et à condensation, présentée par la maison Farcot. Elle attirait principalement l'attention par ses proportions à la fois imposantes et harmonieuses et par son gigantesque volant de 10 mètres de diamètre et 4^m 50 de largeur, dont la jante seule pesait 21 000 kilogrammes, que l'on voyait de loin tourner au milieu de la galerie.

Hâtons-nous d'ajouter qu'il ne s'agissait point là, quoi qu'on en ait pu penser, d'un tour de force industriel et de la réalisation d'une « pièce d'Exposition » créée pour les besoins de la cause. Si les machines motrices de navires atteignent couramment, à l'heure actuelle, les énormes puissances de 5 000, 6 000, 8 000 et 12 000 chevaux, l'industrie, sans avoir à réaliser de pareils groupements dans ses usines, a néanmoins besoin, dans certaines circonstances, de réunir, sous la

filature du Portugal, à Porto, et l'emploi de celle que nous décrivons est tout indiqué d'avance.

La machine à quatre tiroirs que nous allons décrire appartient à toute une série de motrices du même système, dont la puissance varie de 50 à 1200 chevaux. Elles diffèrent des types analogues, non pas seulement par de simples variantes de détail dans les emmanchements ou les formes des déclis, mais encore par des solutions personnelles qui présentent une réelle importance au point de vue des résultats techniques.

Quinze machines de la même dimension fonctionnent sur différents points en France et à l'étranger. La ville de Paris en possède sept dans ses usines de Clichy pour l'élevation des eaux d'égout, et dans celles de Saint-Maur pour l'élevation des eaux potables. Cinq autres fonction-

nent en Egypte dans la grande installation du Khatatbeh qui alimente le canal navigable traversant la province du Behera; ce canal aboutit à Alexandrie et alimente d'eau douce cette ville et toute la province.

Quant aux machines de dimensions moyennes, on en trouve partout pour les applications les plus diverses; nos arsenaux de l'Etat en particulier, à Puteaux, Rennes, Châtellerauld, Vernon, Ruelle, Tarbes, etc., viennent encore d'adopter ce type à quatre tiroirs pour la transformation de leurs anciennes machines motrices ou pour l'installation de nouveaux moteurs.

Ce type réalise, en effet, une économie de vapeur souvent voisine des chiffres théoriques. Cette économie est motivée par la suppression, aussi complète que possible, des espaces nuisibles, en raison du placement des tiroirs dans les fonds. Elle provient aussi de la disposition de l'enveloppe de vapeur. Cette enveloppe est alimentée par un tuyau direct de grande section, dans lequel, à chaque fermeture des tiroirs d'admission, la vapeur vive de travail du cylindre se précipite en tourbillonnant autour du cylindre et en opérant un renouvellement continu des surfaces en contact pour le réchauffage; les deux fonds du cylindre qui forment boîtes à tiroirs d'admission sont, d'ailleurs, parcourus également par la vapeur vive, et le réchauffage sur la surface totale de la capacité où s'opère le travail de la détente est aussi complet que possible.

La suppression des espaces nuisibles, que nous venons d'indiquer comme l'un des principaux éléments de l'économie de vapeur, a préoccupé depuis longtemps déjà les constructeurs, et c'est en vue de sa réalisation, que, même avant l'apparition du système Corliss, on avait dans certaines machines séparé le tiroir en deux parties, reportées aux extrémités du cylindre. On n'avait réussi néanmoins à réduire ces espaces que dans une proportion relativement faible. Ils étaient principalement constitués, dans les systèmes à quatre distributeurs, par le volume irréductible de la boîte dans laquelle se meut le tiroir d'échappement, et la machine Corliss elle-même comportait encore un espace nuisible d'environ $3\frac{1}{2}\%$. La maison Farcot a réussi la première à descendre au-dessous de ce chiffre, en supprimant précisément le volume compris entre le cylindre et le tiroir d'échappement; elle a pour cela placé ces tiroirs dans le cylindre même sur les fonds et couvercle dont ils continuent la paroi plane en face du piston, et par exemple la machine que nous décrivons ici comporte un espace nuisible total notablement inférieur à 1% de la cylindrée.

Le fait que plusieurs autres constructeurs, et Corliss lui-même, ont adopté d'une façon plus ou moins complète, à l'exemple de notre constructeur français, cette solution du tiroir dans les fonds, tend à démontrer que les résultats économiques ont bien l'importance que l'inventeur leur attribue, et que de sérieux essais contradictoires ou officiels ont d'ailleurs confirmée.

Au point de vue de la distribution, sur laquelle nous donnerons plus loin des détails spéciaux, car elle caractérise ce genre de machines, il convient de signaler la réalisation pratique de quelques principes fondamentaux, entre autres : 1° la séparation complète de l'entrée et de la sortie de la vapeur pour éviter les refroidissements; 2° l'accélération de l'ouverture et de la fermeture des tiroirs par l'interposition d'un plateau ou balancier à calage convenable; 3° l'arrivée de la vapeur par le haut, afin d'assurer la siccité; 4° l'enveloppe de vapeur *rattachée*, afin d'éviter les ruptures occasionnées par des dilatations inégales; 5° l'utilisation pour le déclenchement du *retour* aussi bien que de l'*aller*, d'un excentrique unique. Grâce à cette dernière disposition, la variation totale de la détente, depuis zéro jusqu'aux $\frac{8}{10}$ de la course du piston, se trouve mise ainsi sous la dépendance du régulateur, et il en résulte une élasticité de puissance des plus avantageuses sans presque variation dans la consommation par cheval.

Pour bien faire saisir l'amplitude et la continuité de cette variation de détente par le régulateur d'une extrémité à l'autre de la course du piston, nous croyons intéressant de reproduire ici un ensemble de diagrammes (fig. 2) relevés à l'indicateur sur une machine Farcot pendant une marche de quelques tours au moment d'une énorme variation de la charge. Nous y joignons un diagramme séparé (fig. 3) dans lequel on peut remarquer la précision des différentes phases du fonctionnement, constituant le cycle normal d'une excellente distribution.

Le régulateur est du type isochrone Farcot, à bras et bielles croisés, qui, en cas d'emportement, arrête, comme on le sait, automatiquement la machine.

Le volant de la grande machine exposée en 1889 a 40 mètres de diamètre. Nous l'avons décrit dans le *Génie Civil* (1), au moment du montage, qui a présenté quelques particularités intéressantes.

Il porte à sa circonférence intérieure une denture pour faciliter la mise en marche au moyen d'un treuil-vireur dont le débrayage est automatique par le simple abandon de son conducteur au moment où la machine se met en mouvement.

La jante est en fonte nervée fondue d'un seul jet, puis séparée en quatre morceaux. Les seize bras sont en tôle rivée, de section ellipti-

que variable depuis le moyen octogonal qui les supporte jusqu'à la jante. Les tôles composant les bras sont embouties à la presse hydraulique. Rangés dans deux plans parallèles, les bras sont reliés deux par deux par un treillis léger empêchant toute flexion transversale.

Le bâti est d'un seul morceau et pèse 19 000 kilogr. Les coussinets et bagues d'articulation sont en bronze phosphoreux de dureté variable suivant la fonction des pièces en frottement; les pièces forgées, axes et manetons sont en acier trempé. Quant au palier de manivelle, il est à serrage réglable de $\frac{1}{20}$ en $\frac{1}{20}$ de millimètre, ce qui assure au conducteur une extrême précision et une grande facilité de réglage.

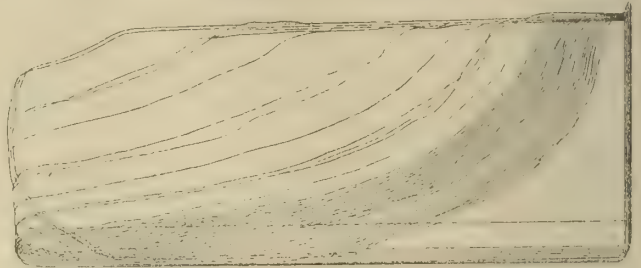


FIG. 2. — Diagrammes relevés sur une machine d'usine à quatre tiroirs, montrant les variations d'élasticité de la puissance et la régularité de variation de la détente, entre 60 et 120 chevaux développés.

Le graissage du cylindre, des boîtes à tiroirs et des supports de leurs arbres est effectué, à la fois, malgré les trois pressions différentes de ces points d'arrivée d'huile, au moyen d'un seul oléomètre Bourdon à tubes compte-gouttes multiples : ces trois graissages fonc-

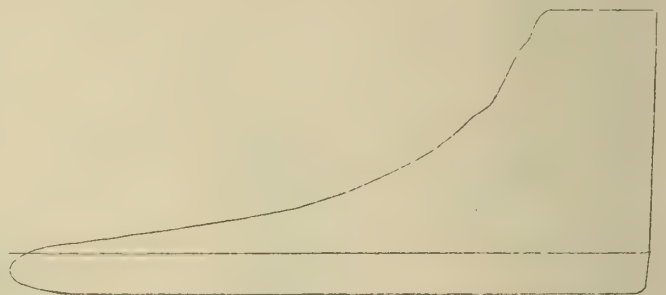


FIG. 3. — Diagramme AV relevé sur une machine à quatre tiroirs; pression 5 kilogr.

tionnent normalement sans paraître se gêner l'un l'autre, quoi que l'on ait pu craindre *a priori* de leur réunion. Enfin la tête de bielle est lubrifiée par le type connu de graisseur-pendule Leneveu, système ingénieux, basé sur le principe de l'inertie.

Bornant ici les renseignements généraux sur l'établissement de la machine à quatre tiroirs, nous insisterons, ainsi que nous l'avons dit, dans ce qui va suivre, sur le fonctionnement de sa distribution.

Fonctionnement de la distribution Farcot à quatre tiroirs (type 1889).

— Le mouvement continu d'oscillation imprimé par la barre d'excentrique *a* au plateau *b* est transmis par la bielle *c* au levier *d* (pl. XX). Le levier *d* est fou sur l'extrémité de l'axe du tiroir d'admission; il porte à sa partie inférieure la pédale d'enclenchement *f* constamment sollicitée vers l'axe du tiroir au moyen d'un ressort intérieur.

Sur le même axe du tiroir, est calée une manivelle *g*, sur laquelle agit le ressort de fermeture, et dont le moyeu présente à côté du levier *d* un grain d'acier *h* correspondant au grain *j* de la pédale *f*. On comprend aisément que le tiroir se trouvera entraîné ou non dans le mouvement d'oscillation du levier *d*, suivant que les grains d'acier *h* et *j* seront en prise ou non l'un avec l'autre.

Pour faire cesser cet entraînement, à un moment donné, il suffit de forcer la pédale *f* à s'écarter de l'axe du tiroir, en neutralisant l'action du ressort intérieur qui tend constamment à l'en rapprocher. Ce déclenchement est produit par deux cames en acier *KK'* placées à l'extrémité du support de la distribution et susceptibles de prendre diverses positions par les bielles *ll'* (coupe AB) dépendant du régulateur. Les bosses excentrées de ces cames marchant l'une vers l'autre viennent se présenter plus ou moins tôt sous l'extrémité d'un appendice latéral au doigt *m* pour écarter cette pédale de l'axe du tiroir. La came *K* agit directement sur le doigt *m* pour amener le déclenchement pendant l'aller du tiroir, c'est-à-dire pour les petites introductions jusque vers les $\frac{3,5}{10}$ de la course du piston, et la came *K'* produit au contraire le déclenchement pendant le retour du tiroir depuis $\frac{3,5}{10}$ environ jusqu'à $\frac{8}{10}$ de la course du piston, en agissant sur le doigt mobile intérieur *n*.

Lors de l'aller du tiroir, ce doigt mobile intérieur *n* disparaît dans *m*, poussé par un plan incliné latéral de la came *K'* des grandes introductions; il évite ainsi la bosse de cette came, qui empêcherait

(1) Voir le *Génie Civil* tome XV, n° 12, page 255.

l'action de la première came K par suite de la position à elle imposée par le régulateur ; c'est le doigt intérieur *n*, qui, repoussé brusquement de sa loge par un ressort, vient se présenter derrière la bosse de la came K' pour déclencher à son tour plus ou moins tôt, aux grandes introductions.

Les deux doigts *m* et *n* sont, comme les comes elles-mêmes, en acier d'excellente qualité, ce qui assure leur durée. Ils peuvent être remplacés très rapidement et à peu de frais, après plusieurs années de fonctionnement, si besoin en est.

Un des principaux avantages de cette distribution sur celle exposée en 1878, résulte de ce que l'organe de déclenchement qui agit pour les grandes introductions ne fonctionne pas constamment. Il n'est mis en mouvement que lorsque la première came, celle des petites introductions, n'a pas suffi pour déclencher, de sorte que, dans la marche ordinaire et habituelle, le doigt intérieur *n* se transporte librement dans l'espace sans subir ou produire aucun frottement sur la bosse ou sur le flanc de la came K'.

Un autre avantage de la disposition actuelle, plus important encore, résulte de ce fait que les efforts perturbateurs transmis sur le pendule par le déclié sont réduits au minimum, les bosses des comes

étant constituées à très faible pente, de façon à neutraliser, au moins en grande partie, ces efforts par le simple frottement des comes autour du support sur lequel elles jouent.

La disposition spéciale de l'une des comes empêche tout emportement de la machine en cas d'accident au régulateur. Car, en admettant que, pour une cause quelconque, le régulateur s'arrête et tombe en bas de sa course, la machine, au lieu de s'emporter, s'arrête par la suppression d'introduction, et prévient ainsi son conducteur ; c'est là un résultat, utile dans tous les cas, et d'une importance capitale dans les applications aux éclairages électriques industriels notamment.

Tels sont les principaux détails d'installation et de fonctionnement du type de machine horizontale à quatre tiroirs exposé en 1889 par la maison Farcot, et qui présente, comme on a pu le voir, un grand nombre de particularités aussi intéressantes et avantageuses. Nous avons eu l'occasion d'examiner dans l'exposition de la même maison une série de machines verticales du type pilon, à triple expansion et Compound à grande vitesse, qui sont également à signaler et sur lesquelles nous reviendrons dans une étude ultérieure.

MAX DE NANSOUTY.

NOUVELLE MACHINE A GLACE

Les moyens proposés et appliqués pour la production du froid artificiel sont très nombreux et variés. Les uns consistent à vaporiser

dans le vide un liquide plus ou moins volatil, et à rejeter ensuite cette vapeur dans l'atmosphère, ou bien à l'absorber par une substance convenable.

Le type de cette série est l'appareil Carré, employant l'eau comme

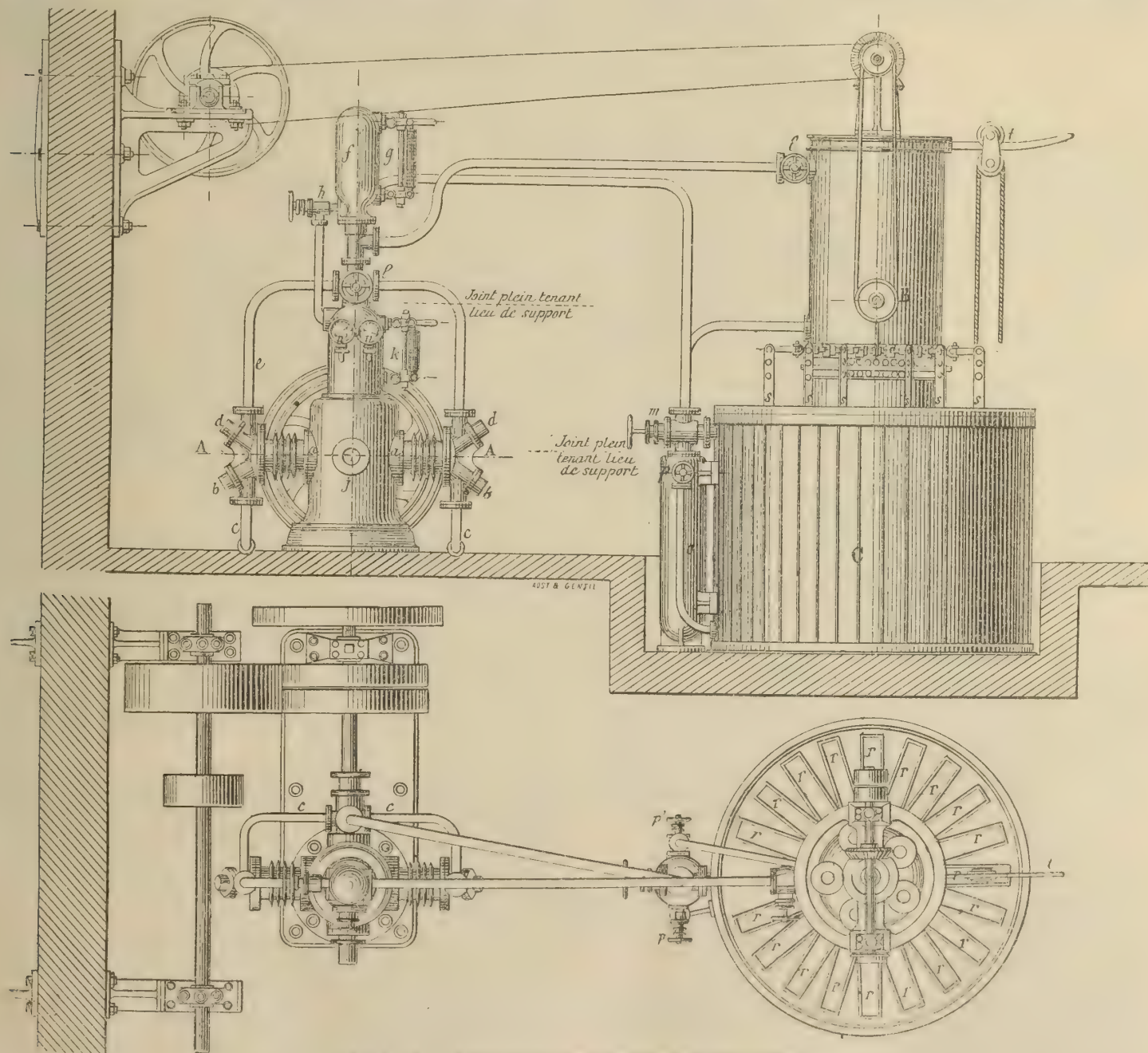


FIG. 1 et 2. — Elevation et plan de la machine triboïque Lebrun.

LÉGENDE. — A Pompes de compression d'ammoniaque ; — B Réfrigérant pour la liquéfaction de l'ammoniaque ; — C Congélateur ; — a Corps de pompe ; — b Soupapes d'aspiration ; — c Tuyaux d'aspiration ; — d Soupapes de refoulement ; — e Tuyaux de refoulement ; — f Réservoir de refoulement servant à recueillir l'huile ; — g Indicateur de niveau d'huile ; — h Soupape servant à reprendre l'huile dans f pour ramener dans récipient j. (Une soupape spéciale sert à ramener l'ammoniaque dans l'aspiration) ; — j Récipient rempli d'huile dans lequel fonctionne l'arbre coulé de la pompe ; — k Indicateur de niveau d'huile ; — l Soupape d'interruption du refoulement ; — m Soupape d'interruption de l'aspiration ; — n Manomètres indiquant la pression dans les tuyaux d'aspiration et de refoulement ; — o Réservoir d'ammoniaque ; — p Soupape de détente dans le congélateur ; — p' Soupape d'entrée de l'ammoniaque dans le réservoir ; — q Mouvement de circulation du liquide dans le congélateur ; — r Moules à glace ; — s Agitateurs pour production de la glace transparente ; — t Appareil de levage pour manœuvre des moules à glace.

liquide volatil et l'acide sulfurique comme absorbant. Ces machines sont généralement dangereuses et compliquées, et si l'on parvient à éviter ces inconvénients, comme dans l'appareil Blythe et Southby, c'est aux dépens du rendement, en remplaçant l'absorption des vapeurs par une condensation.

On a essayé aussi l'emploi des dissolutions salines et des combinaisons endothermiques. Mais il n'y a, en réalité, qu'une série de procédés qui soient véritablement industriels et qui soient employés aujourd'hui : c'est la détente d'un gaz comprimé ou d'une vapeur liquéfiée, refroidis pendant leur compression.

Toutes les machines de cette série se divisent en deux classes : les unes sont à gaz comprimés, les autres à gaz liquéfiés. Ces dernières sont elles-mêmes des machines à compression, si l'on emploie la compression pour liquéfier les gaz, ou des machines à affinité, si l'on a recours à la dissolution dans un liquide convenable, puis à l'action de la chaleur sur ce liquide.

Les machines frigorifiques à air, ou machines à gaz comprimés, malgré leur faible rendement frigorifique, semblent nettement indiquées lorsque cette question du rendement n'est que secondaire et pour certains cas où il s'agit d'utiliser directement de l'air à une température très basse, comme, par exemple, le refroidissement des cales de navires pour le transport des viandes. Elles semblent, au point de vue théorique, avoir dit leur dernier mot et, sans entrer dans leur examen et leur description, nous citerons seulement les principales d'entre elles, les machines Windhausen, Paul Giffard, Bell et Coleman, Hall et Lightfoot, ces dernières très employées en Angleterre.

Les machines à gaz liquéfiés par compression sont les plus nombreuses. Elles reposent sur le même principe que les précédentes, avec cette différence que le gaz se liquéfie pendant la période de compression et se vaporise pendant la période de détente. Elles sont moins encombrantes que les machines à air et d'un rendement plus élevé.

Un assez grand nombre de gaz ont été proposés ou employés jusqu'ici dans ces appareils ; ce sont : l'éther, l'acide sulfureux, l'éther méthylique, l'éthylène, le chlorure de méthyle, l'acide carbonique et l'ammoniaque.

Les machines à éther ordinaire ou éther sulfurique, les premières connues, ne sont presque plus employées aujourd'hui. Elles exigent de grands cylindres et sont assez encombrantes ; de plus, l'éther étant très inflammable et sa vapeur mélangée avec l'air constituant un mélange explosif, ces machines offrent un réel danger. Aussi, malgré l'avantage de leurs faibles pressions, les a-t-on presque complètement abandonnées. Elles fournissent 8 à 9 kilogr. de glace par kilogr. de charbon.

Vers 1871, M. Ch. Tellier a construit d'ingénieuses machines frigorifiques à éther méthylique, mais qu'il a bientôt abandonnées et qui ne se sont pas répandues. Ce gaz offre aussi l'inconvénient d'être très inflammable.

Le chlorure de méthyle, préparé industriellement par M. C. Vincent, est aussi employé comme agent frigorifique, et M. Crespin construit des machines à glace de toutes dimensions reposant sur son emploi.

M. Raoul Pictet a donné un très grand développement aux machines à acide sulfureux. Ce gaz a l'avantage de n'être pas inflammable et de pouvoir s'employer dans les pays chauds, en raison de sa faible pression de liquéfaction. Les principales machines à acide sulfureux sont celles de Pictet, très employées en France, de Reece et de Mackay.

Depuis quelques années seulement, les premières machines frigorifiques à acide carbonique ont fait leur apparition dans l'industrie. Ce gaz a l'avantage d'exiger des appareils compresseurs beaucoup moins grands que les autres gaz, 50 fois moindres que l'éther et 15 fois moindres que l'ammoniaque, d'après Windhausen ; mais, en échange, il comporte des pressions beaucoup plus fortes, ce qui augmente considérablement les difficultés de construction des appareils. De plus, ses fuites ne se révèlent par aucune odeur. C'est à MM. Raydt et Windhausen que sont dues les premières machines frigorifiques à acide carbonique.

Il y a enfin les machines frigorifiques à gaz ammoniac, qui sont aujourd'hui très répandues. On emploie l'ammoniaque anhydre, obtenue par distillation de l'ammoniaque du commerce. C'est un corps facile à obtenir et qui développe des froids considérables, sans nécessiter des pressions trop élevées ; la production varie de 25 à 30 kilogr. de glace par kilogramme de charbon.

Parmi les principales machines de ce type, nous citerons les appareils Linde, Kilbourn, Laverne et Mixer, Wood et Richmond, Puplett, et la machine Fixary dont le *Genie Civil* a donné précédemment la description (1).

C'est dans le même ordre d'idées qu'ont été construites les machines à liquides binaires, qui reposent sur l'emploi d'un mélange de deux liquides volatils susceptibles de se séparer en se vaporisant sous des pressions convenables et de se recombiner ensuite sous des pressions plus élevées. MM. Tessié du Motay et Rossi ont employé un mélange

d'éther et d'acide sulfureux ; M. Pictet a recours à un mélange d'acide sulfureux et d'acide carbonique ; enfin, M. Quiri a proposé l'emploi du mélange d'acide sulfureux et de sulfure de carbone.

Les machines à gaz liquéfiés et à affinité emploient, d'une manière presque exclusive, comme agent frigorifique, l'ammoniaque. On connaît le principe de ces appareils : on dégage sous pression le gaz ammoniac d'une solution ammoniacale concentrée, et on l'envoie se liquéfier dans un condenseur ; de là, il s'évapore en produisant du froid et se rend dans un absorbeur où il se dissout dans l'eau. Ce cycle se continue indéfiniment.

Supérieures aux précédentes au point de vue théorique, ces machines ne semblent pas leur être supérieures en pratique ; l'avantage semble, au contraire, appartenir aux machines à compression.

Le type des machines à affinité est l'appareil Carré. Sont venues ensuite les machines Reece, Stanley, Pontifex et Wood, Kropff, qui ne sont que des perfectionnements de détail de l'appareil Carré.

La nouvelle machine frigorifique Lebrun, construite par MM. Locoge et Rochart, et dont les dessins ci-joints (fig. 1 et 2) permettent de comprendre le fonctionnement, appartient à la catégorie des machines à gaz liquéfiés et à compression. La compression est obtenue au moyen d'une pompe spéciale à deux corps et à simple effet. Le congélateur renferme une eau incongelable, presque saturée de chlorure de sodium et soumise à l'action d'un agitateur. Des mouleaux peuvent baigner dans ce liquide, pour l'obtention directe de la glace, ou bien il peut être appelé par une pompe et envoyé dans une série de tuyaux disposés dans les salles qu'il s'agit de refroidir.

La compression des vapeurs se fait à 10 ou 11 kilogr. Elles sont reprises, après circulation, à une tension variant entre 1 kilogr. et 1^k500 et recomprimées pour recommencer le cycle défini.

HENRI MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

GEODÉSIE

TRAITÉ DE NIVELLEMENT DE HAUTE PRÉCISION (1)

Le nivellement de précision, qui embrasse de vastes étendues de territoire, présente sans doute pour les Ingénieurs, une utilité moins immédiate que le nivellement ordinaire. Tous, en effet, n'auront point à se livrer aux opérations du premier, quand ils devront au contraire, sans exception, recourir au second. Mais, il ne faut point l'oublier, c'est aux repères fournis par l'un qu'ils rattacheront les opérations de l'autre, et il y a intérêt pour eux à savoir comment ces repères ont été établis. Le nivellement de haute précision fournit en outre à l'étude des mouvements généraux de l'écorce terrestre, des enseignements qui ont pour les Ingénieurs une très grande valeur. Il permet aussi de déterminer les dénivellations respectives des différentes mers, de suivre, le long d'un littoral, les variations locales du niveau de la mer, etc.

On sait d'ailleurs que l'Europe, suivant le vœu émis en 1864 par l'Association géodésique internationale, est en train de se couvrir d'un réseau de nivellements de haute précision, et que la France, en particulier, déjà dotée par Bourdaloue d'un réseau de 15 000 kilomètres, est en voie d'en posséder un second de 12 000 kilomètres, d'une précision deux ou trois fois plus grande que le précédent.

M. Lallemant, qui dirige les opérations de ce travail, a coordonné, dans son *Traité de nivellement*, toutes les notions qui se rattachent aux nivellements de haute précision, et est entré, à leur sujet, dans des développements dont nous allons essayer de donner une idée générale.

Un premier chapitre de son ouvrage est simplement intitulé : *Théorie*. L'auteur commence par signaler l'anomalie fondamentale qui se trouve au seuil de la théorie admise pour le nivellement ordinaire, à savoir l'hypothèse du parallélisme des surfaces de niveau, qui est en contradiction flagrante avec cette propriété de la pesanteur rigoureusement démontrée : *Entre deux points situés sur le globe terrestre, le travail de la pesanteur est indépendant du chemin suivi pour aller de l'un à l'autre de ces points*.

Le défaut de parallélisme des surfaces de niveau, qui est sans inconvénient lorsqu'on se borne à des opérations locales de nivellement, prend une importance capitale lorsqu'il s'agit de vastes territoires d'un bout à l'autre desquels l'accélération de la pesanteur varie sensiblement. Force a donc été de modifier la théorie ancienne ; on a proposé de le faire de deux manières. Étant donnée l'impossibilité d'utiliser des surfaces auxiliaires qui soient à la fois *parallèles* et *de niveau*, on a eu successivement l'idée d'abandonner l'une ou l'autre de ces

(1) Voir le *Genie Civil* tome IX, n° 18, p. 282.

(1) Par M. Ch. LALLEMANT, Ingénieur au corps des Mines, secrétaire du Comité du nivellement général de la France. Cet ouvrage forme la 3^e partie d'un volume de l'*Encyclopédie des Travaux publics*, intitulé : *LEVER DE PLANS ET NIVELLEMENT*, par LÉON DURAND-CLAYE, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, et ANDRÉ PELLETAN et Ch. LALLEMANT, Ingénieurs au corps des Mines (Baudry et Co, éditeurs).

conditions. Sans s'attacher à la considération du niveau, on a pensé à avoir recours à des surfaces fictives, parallèles à la surface moyenne des mers (ou plutôt à une surface de niveau zéro aussi proche que possible de cette surface moyenne); ainsi a été créée la théorie dite *orthométrique*. On s'est résigné d'autre part à sacrifier le bénéfice de l'équidistance géométrique, pour ne baser la théorie que sur la propriété fondamentale de l'*équidistance dynamique* des surfaces de niveau; de là est née la théorie dite *dynamique*.

Ces deux théories sont exposées l'une et l'autre avec beaucoup de soin par M. Lallemand, qui indique la façon de corriger les résultats fournis par les opérations du nivellement, pour obtenir, soit les altitudes orthométriques, soit les différences de niveau dynamiques. Ces corrections se présentent sous forme d'intégrales qui peuvent s'obtenir graphiquement, comme le montre l'auteur, avec application, pour l'un et l'autre cas, à un exemple intéressant emprunté au nivellement général de la France.

M. Lallemand fait également connaître un abaque qui donne la correction dynamique pour une différence donnée de niveau, et qui appartient à la famille de ceux que l'auteur a nommés *hexagonaux* et dont il est l'inventeur. Ces abaques, dont l'emploi est des plus simples, et qui reposent sur un principe des plus ingénieux, sont appelés à rendre les plus grands services à tous les calculateurs. M. Lallemand, qui a traduit en abaques de cette espèce toutes les formules qui concernent les calculs de nivellement, a eu l'heureuse idée d'en faire l'application aux formules qui, dans toutes les branches de la science appliquée (calculs de banque, de résistance des matériaux, de balistique, de navigation, etc.) sont de l'usage le plus courant. L'économie de temps qui résulte de l'emploi de ces abaques est considérable, et les quelques exemples cités dans cet ouvrage sont bien de nature à faire saisir l'utilité de ces précieux instruments de calcul.

L'auteur fait une comparaison critique entre les deux théories, orthométrique et dynamique, et penche en faveur de la seconde, « qui répond le mieux aux besoins de la pratique, puisque le travail de la gravité constitue, en fait, la véritable donnée utile à connaître, qu'il s'agisse de construire un chemin de fer, une route, un canal, ou d'alimenter d'eau une ville ou une usine. »

Le reproche qu'on peut adresser à la théorie dynamique tient au manque de précision de la détermination de la constante g de la pesanteur en un point donné. On en est encore réduit à l'emploi de la formule de Clairaut-Bouguer, sur laquelle pèse quelque incertitude. Mais le jour semble proche où l'on sera en possession d'un instrument permettant la mesure rapide et suffisamment exacte de la constante g en un point quelconque de la surface terrestre.

Analysant les effets du défaut de sphéricité des surfaces de niveau, l'auteur en arrive à cette conclusion, qu'ils peuvent être considérés comme négligeables. Il n'en va pas de même de ceux de la réfraction terrestre, beaucoup plus sensibles encore qu'on ne serait tenté de l'imaginer *a priori*, puisque M. le colonel Goulier a mis en évidence des erreurs de réfraction atteignant *plusieurs millimètres* sur des portées d'environ 100 mètres.

Après avoir établi la formule qui fait connaître la correction relative à la réfraction, M. Lallemand en fait une discussion approfondie, examinant successivement, avec le plus grand soin, l'influence de chacune des variables qui y figurent. Il donne également une traduction de cette formule en abaque hexagonal.

Le deuxième chapitre est relatif aux *instruments*; le *niveau* et la *mire*. Se référant aux indications contenues dans les traités ordinaires de nivellement, l'auteur se borne à donner certains renseignements complémentaires et à décrire les types de niveau et de mire adoptés, après de longues expériences, pour le nivellement général de la France. La plupart des améliorations que réalisent ces instruments sont dues à M. le colonel Goulier, si compétent en ces matières. Nous allons en signaler les principales.

Le niveau employé pour le nivellement général est à fiole indépendante et à prismes. On sait qu'il y a intérêt, au point de vue théorique, à ce que le rayon de courbure de la fiole soit le plus grand possible, et le grossissement de la lunette le plus fort; mais lorsque ce rayon de courbure dépasse une certaine limite, le calage de l'instrument devient pénible et incertain par suite de la trop grande instabilité de la bulle; d'autre part, le poids de l'instrument croît sensiblement comme le cube de la puissance de la lunette. On se trouve donc, en pratique, arrêté dans la réalisation de ces deux *desiderata* théoriques. Voici, pour le niveau qui nous occupe, les données caractéristiques:

Rayon de courbure de la fiole	50 mètres
Grossissement de la lunette	25 fois
Ouverture efficace de l'objectif	36 millimètres
Distance focale de l'objectif	36 centimètres
Poids total de l'instrument (niveau et support)	12 kilogrammes

Les perfectionnements essentiels réalisés par ce niveau ont trait au *support*, à la *lunette* et à la *nivelle* (1).

(1) M. le colonel Goulier a donné ce nom à l'ensemble, vulgairement désigné sous le nom de *niveau à bulle d'air*, composé de la fiole et de sa monture, que celle-ci soit ou non fixée à l'instrument.

Le *support* est muni d'un plateau mobile pouvant se déplacer à frottement gras sur une calotte sphérique contre laquelle il est pressé par l'effet d'un ressort à boudin logé dans la pompe.

Ce dispositif a l'avantage de permettre de donner à l'instrument toute la stabilité désirable par l'enfoncement à refus des pointes des jambes dans le sol. Il supprime, en outre, la nécessité de se servir des vis calantes du trépied métallique, pour rendre approximativement vertical le pivot du niveau, et procure ainsi une économie de temps.

Le *support* est, en outre, pourvu d'une nivelle sphérique surmontée d'un prisme à réflexion totale qui renvoie l'image de la bulle à l'œil de l'observateur placé près de l'oculaire de la lunette. Cette nivelle, réglée une fois pour toutes, permet d'assurer rapidement la verticalité de la colonne de l'instrument.

La *lunette* est munie d'un oculaire négatif qui permet d'obtenir exactement le *coefficient stadimétrique* voulu par la simple variation de l'écartement du verre de champ par rapport au réticule. Celui-ci, d'ailleurs, au lieu d'être constitué par des fils d'araignée, sujets à se détendre ou à se rompre, l'est par des traits gravés sur verre et soigneusement mis à l'abri de la poussière. En outre, un ingénieux dispositif permet à deux observateurs, se remplaçant alternativement à l'oculaire de la lunette pendant une série d'opérations, de retrouver immédiatement chacun leur *point* respectif.

Quant à la *nivelle*, ses perfectionnements portent sur les deux points suivants: 1° elle a reçu un dispositif propre à assurer le retournement simultané de la lunette et de la nivelle, qui a pour but de compenser les erreurs de centrage de la lunette et de réglage de la fiole; 2° elle est complétée par un système de prismes à réflexion totale, permettant à l'opérateur de contrôler lui-même l'invariabilité de position de la bulle pendant qu'il fait ses lectures, en déplaçant seulement un peu l'œil à côté de l'oculaire. Ce système de prismes, très préférable au miroir long et étroit qu'on retrouve dans plusieurs instruments construits à l'étranger, et qui peut donner lieu à des erreurs si son inclinaison n'est pas bien réglée, a été imaginé par MM. Lallemand et Klein. Les images des deux extrémités de la bulle sont amenées séparément à l'œil de l'observateur; comme elles sont inégalement distantes de celui-ci, elles paraîtraient avoir des dimensions différentes, ce qui pourrait entraîner des erreurs, si certaines faces des prismes n'avaient reçu des courbures convenablement calculées pour supprimer cet effet.

M. Lallemand passe ensuite à la *mire*. Celle qui a été adoptée pour les opérations du nivellement général de la France est due au colonel Goulier. Elle est munie d'un système de compensation qui fait connaître à chaque instant les variations de longueur de la mire et qui est fondé sur le principe du thermomètre bimétallique de Borda.

On ne saurait imaginer de prime abord toutes les considérations qui interviennent dans l'établissement de la mire. Sans une bonne mire, en effet, toutes les précautions prises par ailleurs pour la réussite des opérations deviennent illusoires. L'auteur ne craint pas d'insister sur les raisons qui militent pour que la mire ait telles dimensions, d'indiquer le choix du bois qui se prête le mieux à sa construction et la façon dont il doit être mis en œuvre; il décrit le système de compensation, explique la manière dont doit être faite la division, sans oublier ce qui concerne son impression, s'étend enfin, avec détail, sur la question très délicate de l'étalonnage. Le colonel Goulier a encore, pour cette opération, imaginé des appareils qui réalisent presque la perfection. N'oublions pas les ingénieux abaques dressés par M. Lallemand lui-même pour donner à vue la correction des erreurs de division des mires.

Le chapitre suivant est consacré aux *opérations sur le terrain*. Après avoir rapidement indiqué le programme de ces opérations et le personnel qui y est nécessaire, donné la façon de sceller et de reconnaître les repères, l'auteur arrive au nivellement proprement dit. Il énonce, sous forme de sortes de théorèmes, tous les principes de la méthode de nivellement, en les faisant suivre de toutes les explications nécessaires; puis il trace ce qu'il nomme « la monographie d'une

FAUTES OU ERREURS			PRÉCAUTIONS À PRENDRE pour les éviter ou les atténuer
LEURS CAUSES	LEUR NATURE	LEUR grandeur possible	
XII Mauvaise mise au point du réticule.	Erreur d'estime par suite d'une parallaxe tenant à ce que l'image de la mire ne se trouve pas exacte- ment dans le plan des fils.	0 " 3 "	Vérifier, en élevant et abaissant l'œil devant l'oculaire, l'absence de déplacements relatifs des fils sur l'image de la mire. S'il n'en est pas ainsi, modifier le tirage du coulant porte-réticule jusqu'à ce que cette parallaxe ait disparu. Si alors l'image de la mire n'est plus nette, agir sur le moleté de l'oculaire jusqu'à ce qu'elle soit vue, ainsi que les fils, nettement et sans fatigue pour l'œil.

nivelée », de telle sorte qu'un novice pourrait, en suivant pas à pas cet exposé, venir à bout de cette délicate opération. Mettant à profit sa propre expérience pratique, l'auteur, après avoir relevé les diverses fautes ou erreurs à craindre dans le nivellement (il en compte vingt-cinq), les a réunies en un tableau synoptique, avec les précautions à prendre pour les éviter ou les atténuer. Ce tableau, sorte de catéchisme des opérateurs, est, croyons-nous, absolument complet. Afin d'en donner une idée, nous en donnons ci-dessus un article, avec les titres des différentes colonnes.

Ces diverses erreurs sont d'ailleurs réparties en quatre groupes, dont voici l'énumération.

- 1° Erreurs tenant à la mire;
- 2° Erreurs tenant au niveau;
- 3° Erreurs tenant aux opérateurs;
- 4° Erreurs tenant à l'état du sol et aux circonstances atmosphériques.

Le quatrième chapitre est intitulé: *Contrôle et calculs. — Compensation et publication des résultats*. Il traite de la façon dont ces diverses opérations sont effectuées au service du nivellement général de la France, qui fait autorité en ces matières.

En premier lieu, l'auteur décrit le *Journal graphique*, sur lequel sont enregistrés tous les éléments du travail journalier et divers diagrammes statistiques. Il fait voir ensuite comment on peut effectuer la mesure de la précision du nivellement en se basant sur la répétition des mêmes opérations en sens inverse; et il en déduit des règles pratiques très simples complétées par l'emploi de divers diagrammes qui suppriment totalement les calculs et mettent à la portée des personnes les moins familières avec la théorie des erreurs, la détermination rationnelle de l'erreur probable du nivellement.

M. Lallemand développe ensuite la méthode de calcul des altitudes des repères, et expose la théorie de la compensation d'un réseau de nivellement, qui consiste à faire disparaître les écarts calculés en les répartissant d'une manière rationnelle entre les diverses sections du réseau. Il indique enfin la forme sous laquelle il convient de publier les résultats et la façon dont peut se déterminer le prix de revient d'un nivellement de haute précision.

Le cinquième et dernier chapitre a trait à la *surface de comparaison des altitudes*, c'est-à-dire à la détermination du *niveau moyen de la mer*. Les développements mathématiques prennent ici une grande importance et aboutissent à des conclusions pratiques très remarquables.

L'auteur commence par le rappel de quelques notions indispensables sur les *mouvements de la mer*. Ceux-ci comprennent tout d'abord les mouvements oscillatoires généraux désignés sous le nom de: *onde semi-diurne*, provenant de la superposition d'une onde solaire et d'une onde lunaire; *onde semi-mensuelle*, due aux variations de la déclinaison lunaire; *onde semi-annuelle* tenant aux changements de latitude du soleil. A ces divers mouvements oscillatoires il conviendrait encore d'ajouter celui, à période beaucoup plus étendue, qui résulte des variations lentes des éléments des orbites lunaire et terrestre; mais les effets n'en sont sensibles que pour de longs intervalles de temps.

Indépendamment de ces mouvements, d'origine céleste, il faut tenir compte de ceux qui sont produits par l'action du vent ou par l'influence directe de la pression atmosphérique, par les courants généraux de l'atmosphère et par les différences de température et de salure de l'eau entre les diverses régions du globe, qui créent les courants marins, enfin par les résistances perturbatrices provenant de la configuration même des côtes.

Le niveau de la mer, soumis à ces influences complexes, est donc perpétuellement variable. Mais on ne considère que sa position moyenne ainsi définie: *le niveau moyen de la mer, pour une période et en un point donnés, est le niveau correspondant à la moyenne des hauteurs de l'eau par rapport à un point fixe relevées en chacun des instants de la période considérée*. Lorsqu'on ne tient pas compte des mouvements lents du sol, on arrive, au bout de quelques années d'observation, à avoir une cote assez stable du niveau moyen.

La considération de ce niveau moyen a une importance capitale pour la géodésie: elle permet de connaître les hauteurs relatives des différentes mers; elle met en évidence les mouvements relatifs du sol et des eaux dans la suite des années; elle donne le moyen de fixer la *surface de comparaison* à laquelle devront être rapportées toutes les opérations géodésiques et qui fournira la véritable expression de la *figure moyenne de la terre*.

Pour déterminer cette surface moyenne, M. Lallemand propose, quand on aura trouvé un poste d'une stabilité géologique satisfaisante, « de définir la *surface de niveau zéro* par rapport à un point relativement fixe, dit *repère fondamental*, choisi dans le poste en question, et placé sous le sol, à une profondeur suffisante pour le soustraire à l'influence des dilatations ou contractions provoquées dans les couches superficielles du terrain par les variations de la température ou de l'humidité. »

« La surface de comparaison ainsi définie présentera le *maximum pratiquement réalisable de fixité*... »

L'auteur décrit succinctement les procédés employés jusqu'ici pour

la détermination du niveau moyen de la mer: échelle de port, marégraphe simple (employé pour la première fois vers 1840, par l'ingénieur français Chazallon), marégraphe totalisateur de Reitz. Puis il arrive à l'ingénieux appareil qu'il a lui-même imaginé pour effectuer cette détermination et auquel il a donné le nom de *médimarémètre*.

Cet appareil est basé sur le principe de l'*amortissement des ondes*, qui peut s'énoncer ainsi: Si un tube vertical étanche, fermé à sa partie inférieure par une cloison poreuse, est plongé dans une nappe d'eau dont la surface est animée d'un mouvement vertical périodique, les oscillations du liquide se reproduisent à l'intérieur du tube avec la même période et le même *niveau moyen* qu'à l'extérieur, mais avec une *amplitude réduite* et un *retard* dans la phase.

Cette réduction et ce retard sont d'autant plus marqués: 1° que la cloison est moins poreuse, ou sa surface plus petite comparée à la section libre du tube; 2° que l'oscillation extérieure est plus rapide. D'ailleurs, si le mouvement du liquide est composé, la cloison agit sur chacune des ondes composantes comme si elle était seule.

On peut, en disposant convenablement de la cloison poreuse, faire en sorte que les oscillations rapides (comme celles de la houle et de la marée diurne) soient presque totalement arrêtées, alors que les oscillations lentes se transmettent sans réduction sensible; mais, et c'est là le point essentiel, *le niveau moyen reste le même*.

En outre, si la porosité de la cloison diminue progressivement, l'amplitude de l'oscillation intérieure va se réduisant de plus en plus, les phases sont de plus en plus retardées, mais le niveau moyen reste toujours celui de l'onde extérieure.

Ces propriétés des cloisons poreuses ont été heureusement mises à profit par M. Lallemand dans son *médimarémètre*, muni d'ailleurs d'une foule de dispositifs fort ingénieux destinés à en rendre l'emploi aussi commode et aussi précis que possible.

Le premier médimarémètre a fonctionné dans le port de Marseille; on en a depuis installé d'autres sur divers points de la côte française. Ils ont tous donné des résultats très satisfaisants.

L'auteur développe avec beaucoup de soin la théorie mathématique du médimarémètre, après en avoir fait une description des plus détaillées.

Son travail se termine par le calcul du niveau moyen d'une nappe liquide oscillante, avec appréciation de l'erreur à craindre sur la cote du niveau moyen déduite au bout d'un certain temps de l'enregistrement des variations de niveau de la nappe. Il donne une solution très complète du problème, quand le *mouvement oscillatoire* est supposé d'abord *simple* ou *composé*, puis successivement *amorti* ou *évanouissant*; il trouve que, dans ce dernier cas (celui du médimarémètre), l'erreur à craindre, au bout de dix ans, ne dépasse pas 2^{mm} 3.

Tel est, en ses grandes lignes, le travail de M. Lallemand. Il vient prendre, parmi nos ouvrages scientifiques français, une place que nul autre, croyons-nous, n'avait occupée avant lui. On a pu d'ailleurs juger par ce qui précède de la large part de contribution personnelle qu'y a apportée l'auteur, lequel a su parfaitement coordonner des matières jusqu'ici un peu éparses, en y mêlant le fruit de ses propres travaux, qui sont considérables.

M. D'OCAGNE,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

AÉROSTATION

UN PROJET DE BALLON DIRIGEABLE L'Avisol.

On essaierait en vain de compter les inventeurs qui, bon an mal an, mettent au jour des projets de ballons dirigeables et autres machines à voler. Malheureusement, malgré toute l'ingéniosité de l'esprit humain, ces inventeurs parviennent difficilement à faire du neuf; travaillant sans une connaissance suffisante des antécédents et des obstacles où se sont heurtés leurs devanciers, ils enfourchent volontiers le même... coursier. Aussi pourrait-on classer leurs innombrables propositions d'après un nombre assez restreint de types généraux déjà vus. A peine peut-on saisir, en passant, une idée de détail ingénieuse, une conception mécanique bien appropriée.

Si les inventeurs de choses aérostiques réinventent ainsi, avec une candeur et un acharnement dignes d'un meilleur usage, il faut l'attribuer à ce qu'ils ignorent généralement, non seulement les précédents de la question, mais aussi, le plus souvent, les plus simples principes de mécanique.

Loin de nous la pensée de nous plaindre du trop grand nombre d'adeptes de cette science à son début; mais nous lui souhaiterions plus d'adeptes de choix. Elle ne peut que gagner aux discussions et aux inventions de savants et d'ingénieurs, et l'on doit s'estimer heureux de voir des hommes rompus aux spéculations mathématiques ou habitués à manier les rudes matériaux de la mécanique, s'occuper à combiner les éléments d'un navire aérien. C'est, bien entendu,

dans cette dernière catégorie d'inventeurs que nous classerons M. Arsène Olivier, encore que nous ne puissions admettre ses propositions sans de nombreuses réserves : il y a certaines erreurs qui méritent qu'on les discute.

Cet Ingénieur vient de faire paraître, à la librairie Baudry, une courte brochure sur l'*Avisol*, ainsi nommé par abréviation du mot composé *Avis-Olivier*. Le même auteur aime à décorer ses inventions du radical de son nom : c'est ainsi que, précédemment, il avait créé le *Nausol* (*Navis-Olivier*), nef aquatique, celle-là, et où la propulsion était produite par l'expansion des gaz de la poudre.

L'*Avisol* est un ballon dirigeable muni d'ailes ; mais, tandis que la plupart des constructeurs de ballons cherchent à les faire progresser en exerçant sur l'air une poussée horizontale, M. Olivier s'y prend de toute autre façon. Après avoir incliné ses ailes sur l'horizon dans le sens convenable, il provoque le mouvement de l'aérostat sur la verticale, soit en montant, soit en descendant ; la résistance de l'air agissant alors sur la surface inclinée des ailes, donne naissance à une composante horizontale qui détermine la progression.

L'Ingénieur Duponchel avait antérieurement présenté un projet de ballon fondé sur le même principe ; mais où les deux inventeurs diffèrent totalement, c'est dans la manière de provoquer les mouvements verticaux. M. Duponchel croit y arriver économiquement en dilatant par la chaleur et en contractant alternativement le gaz du ballon. Ce procédé, hâtons-nous de le dire, est absolument impraticable et ne donnerait certainement pas le résultat attendu.

M. Olivier se contente, pour les courts voyages, de déterminer l'ascension au moyen du lest disponible. Dans les longs voyages, le lest serait trop vite épuisé : on installe alors une hélice à axe vertical, pour créer une rupture d'équilibre artificielle. Mais l'auteur ne nous dit pas la force de la machine motrice qui doit actionner cette hélice, et c'est pourtant un des facteurs importants de la question.

L'aérostat lui-même est loin de ressembler aux appareils similaires. L'invariabilité de formes est assurée, non pas au moyen d'un ballon et à air, comme dans les aérostats de Dupuy de Lôme et de Renard, mais par l'invariabilité même de la carcasse du ballon. Cette carcasse est, à proprement parler, un filet rigide dans lequel on enferme l'enveloppe d'étoffe du ballon ; c'est quelque chose comme une vaste nasse en lames d'acier, profilées pour offrir une très grande résistance sous un très faible poids. Comme cette ossature métallique opposerait au mouvement dans l'air une résistance beaucoup trop grande, on la recouvre, en outre, d'une chemise d'étoffe non vernie. Dupuy de Lôme, Tissandier, Renard, avaient la chemise ; mais ils n'avaient pas l'ossature, et quelque légère qu'elle soit, ce n'est pas un poids négligeable. Toutefois l'inventeur avait besoin de cette ossature solide pour y rattacher ses ailes, sortes de rectangles curvilignes en treillis d'acier, recouverts d'étoffe sur leurs deux faces. Nous ne nous appesantirons pas sur le système de contreventement et d'entretoisement qui est ingénieux, et pour lequel l'auteur a créé de nombreux types d'aciers-*paragons* extrêmement légers, mais très résistants, grâce à leur profil ; ne subsisterait-il que cela de son projet, M. Olivier n'aurait pas perdu son temps... Comme nous ne voulons tracer ici que les grandes lignes du projet, nous dirons immédiatement que le volateur est complété par une queue horizontale et par deux ailerons en forme de focs, également tendus horizontalement à l'avant. D'après l'auteur, ces deux focs en fer de flèche ont pour fonction d'*ouvrir l'espace* que le navire va parcourir. A notre avis, ce plan mince n'ouvrira rien du tout ; il faudrait pour cela le disposer en forme de coin : les nageoires horizontales ne peuvent avoir d'autre effet que d'atténuer les oscillations du roulis (et c'est déjà quelque chose). L'*Avisol* est, au contraire, privé d'un appendice indispensable : c'est le gouvernail vertical, sans lequel l'aérostat sera soumis à des mouvements de giration désordonnés aussitôt qu'il ne sera pas lancé avec une suffisante vitesse.

Quoi qu'il en soit de ces critiques, l'appareil, tel qu'il est conçu par l'inventeur, ressemble à un oiseau, les ailes déployées. Quelques-unes de ses manœuvres sont analogues aussi à celles de l'oiseau. Veut-on, par exemple, monter en avançant ? Il suffit de relever légèrement la proue. Si l'aérostat est doué d'une force descensionnelle, au contraire, on obtient la progression en inclinant la proue vers le sol. Dans les deux cas, les surfaces d'ailes se présentent symétriquement au choc de l'air ; mais il suffirait de les incliner par le travers pour faire tourner l'aérostat sur lui-même. Telles sont les trois manœuvres essentielles qui permettent à l'appareil d'évoluer, *pourvu qu'il soit sollicité en même temps par une force verticale, ascendante ou descendante*.

Voyons maintenant comment l'aéronaute pourra déterminer les diverses inclinaisons dont il s'agit, grâce à la nacelle qui fait l'office d'un contrepoids mobile par rapport au reste du système. Cette nacelle est, pour ainsi dire, à cheval sur deux balancines flottantes allant l'une de la proue à la poupe, l'autre d'une aile à l'autre. Ces balancines se coupent à angle droit sous le plancher de la nacelle, auquel, toutefois, elles ne sont pas fixées à demeure ; elles passent, au contraire, sur des galets de roulement et sur les tambours de deux treuils immobilisés par des freins, à l'ordinaire. Pour déterminer l'inclinaison de

l'aérostat, le pilote, qui se tient auprès des treuils, dégage le frein convenable en pressant sur une pédale et agit sur la manivelle du treuil de manière à allonger la balancine d'un côté, tandis qu'elle se raccourcit de l'autre. Ce système de suspension est complété par un mât planté verticalement au milieu de la nacelle ; à son sommet, ce mât porte une poulie qui roule sur une troisième balancine reliant l'avant à l'arrière du ballon.

L'idée ne manque pas d'originalité et ne présente, en théorie, rien qui ne soit parfaitement rationnel ; et cependant, on peut se demander quel est l'aéronaute assez résolu qui se confiera à ces quatre cordages pour toute suspension. Quand on réfléchit au soin que Dupuy de Lôme, et le commandant Renard après lui, prenaient d'assurer la stabilité de leurs nacelles au moyen de suspensions à réseaux triangulaires, il est à craindre que le dédain de ces sages précautions n'apporte quelque grave mécompte au téméraire créateur de l'*Avisol*. Si sa nacelle est théoriquement en équilibre, il ne sera pas, pratiquement, d'équilibre plus agité ; cet esquif retenu seulement par quatre points, serait le plus mouvant des planchers ; les passagers ne pourraient hasarder un pas sans le soumettre aux oscillations les plus folles, qui auraient leur contrecoup dans la position même du ballon.

Passons pourtant sur ces critiques et voyons si l'appareil, supposé parfaitement stable, peut donner le résultat espéré : c'est-à-dire la progression. Il est probable que l'auteur n'a pas dû beaucoup pratiquer l'aérostation ; certaines de ses déductions semblent du moins l'indiquer et se ressentent forcément de son inexpérience. C'est ainsi qu'il se fait illusion sur le très faible effort qui lui sera nécessaire pour obtenir la marche en avant de sa nef aérienne.

La source d'énergie est, nous l'avons dit, une force verticale, obtenue soit par une projection de lest, soit par la rotation d'une hélice dans un plan horizontal. Dans le premier cas, M. Olivier suppose qu'il dispose de 200 kilogr. de lest pour un ballon de 4 800 mètres cubes rempli d'hydrogène.

Il jette d'abord 50 kilogr. ; le ballon monte, et il suffit de l'incliner de 25° pour que la réaction de l'air lui communique une vitesse horizontale très respectable, dit-il. Après la période de mise en train, pendant laquelle il faut vaincre l'inertie, « l'appareil est animé d'une vitesse croissante qui peut devenir considérable.... Ordre est donné au timonnier de modifier l'angle de 25° du départ, de le réduire successivement, à des intervalles assez longs, à 20°, 15°, 10°, et enfin 0°.... Dans cette position horizontale, sous l'impulsion énergique de cette vitesse acquise, l'appareil peut, pendant longtemps, voler à plane.... »

Tout cela est inexact. On sent que l'auteur se défie du coursier qu'il chevauche pour la première fois, il craint de le voir s'emporter. Or ce n'est pas pour 50 kilogrammes de rupture d'équilibre, qu'un ballon de 4 800 mètres va partir comme une flèche, pour la nue. Grâce précisément aux larges surfaces de ses ailes, il atteindra presque immédiatement sa *vitesse de régime*, vitesse modérée et à peu près constante, où la résistance de l'air fait juste équilibre à la force ascensionnelle ; il en résultera que la composante horizontale qui représente la vitesse de progression sera aussi sensiblement constante, jusqu'à ce que l'une et l'autre de ces vitesses, lorsque le ballon arrivera à sa zone d'équilibre, s'éteignent ensemble.

Quant à la quantité de travail produit, l'auteur se fait encore illusion sur sa valeur. On ne crée pas de la force. On peut changer son mode d'application, on peut accroître le rendement des appareils ; mais quoi que l'on fasse, 50 kilogr. ne produiront jamais un travail hors de proportion avec ce maigre effort. Reprenons les données mêmes de l'auteur : le ballon cube 4 800 mètres et porte 200 kilogr. de lest. Qu'on projette ce lest comme on voudra, en une seule ou en plusieurs opérations, l'aérostat s'élèvera d'une même hauteur finale, déterminée par la rupture d'équilibre de 200 kilogr. Or, veut-on savoir quelle est cette hauteur vertigineuse ? Elle n'est guère que de 900 mètres. En supposant que les ailes soient inclinées du quart et que la résistance de l'air ait pour effet de faire glisser l'aérostat sur ces surfaces d'appui, le chemin parcouru horizontalement pendant la montée sera $4 \times 900 = 3\,600$. C'est un maximum. A la descente, il progressera de la même quantité ; c'est donc au total un parcours assuré de 7 kilomètres : cela vaut-il la peine qu'on s'est donnée ?

Voilà, croyons-nous, une objection capitale au projet de M. Olivier. Il y en aurait bien d'autres à formuler, toujours dans l'ordre mécanique ; mais en tout cas, si l'on veut progresser, il faut se résoudre à y employer une force suffisante. Que cette force soit appliquée horizontalement ou qu'elle agisse verticalement, la chose est à peu près indifférente : le transport d'un ballon d'un point à un autre, dans des conditions définies de vitesse, exige la dépense d'un travail déterminé ; de quelque manière qu'on s'y prenne pour obtenir ce transport, le travail sera le même, à un coefficient de rendement près ; c'est donc une erreur capitale de croire que, par un artifice plus ou moins spécieux, on arrivera à tourner la difficulté et à faire du travail avec rien.

M. Olivier en sera quitte pour se résigner à emporter un moteur suffisant, et, comme le poids dont il dispose est fort restreint, il retombera sur le problème auquel se heurte depuis si longtemps la navigation aérienne : le moteur léger. Nous souhaitons qu'avec l'esprit

d'ingénieuse invention dont il vient de faire preuve, cet Ingénieur se mesure avec ce problème, vieux comme les ballons et toujours nouveau, et qu'il nous en apporte bientôt la solution : dix kilogrammes par cheval ; voilà le *desideratum* à combler, et ce jour-là le ballon sera vite construit qui filera dix à douze mètres à la seconde.

G. BÉTHUYS.

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

CHRONIQUE PARLEMENTAIRE

La semaine qui vient de s'écouler a amené la solution d'une question ayant pour objet de favoriser le travail national. On a parlé des conditions de ce travail aussi bien à la Chambre des députés qu'au Sénat, et l'Ingénieur a son mot à dire au sujet de ce qui s'est passé dans la première de ces deux assemblées.

Nous n'avons pas à discuter ici le droit des ouvriers à la grève et les causes qui amènent le plus souvent ces regrettables conflits. Lorsque ceux-ci éclatent, le devoir des représentants de l'autorité locale est de suivre d'un œil attentif toutes les phases de la lutte, d'éviter qu'elle ne dégénère en désordre, et de protéger de la manière la plus efficace le travail des ouvriers qui refusent de s'associer au mouvement. Ces principes paraissent avoir été suivis lors des grèves récentes du Nord et du Pas-de-Calais, et les conséquences en ont été moins funestes que dans la Prusse-Rhénane et la Westphalie, où cette agitation ouvrière a pris naissance au printemps dernier.

Chez nous, malheureusement, lorsque tout est fini ou sur le point de finir, la politique ou plutôt l'abus parlementaire intervient. C'est ainsi que la séance de la Chambre de lundi a été troublée, — le mot n'est point de trop, — par une proposition tendant à accorder 150 000 francs aux grévistes du Nord, et une amnistie pour tous les délits commis à l'occasion de ces grèves. Chaque fois, en pareil cas, l'auteur de la proposition ne se fait aucune illusion sur son succès, mais il réussit à détourner pendant une demi-séance, peut-être une séance entière, la Chambre d'occupations plus utiles, et, ce qui vaut mieux pour lui, il a montré à sa clientèle ouvrière, la différence qu'il faut faire entre ses amis et ceux qui ne veulent point l'être.

Cette pratique est coupable. Ce n'est pas seulement à la Chambre qu'elle fait perdre son temps, mais à des milliers de travailleurs, qui, moins initiés que nous à la tactique parlementaire, sont conduits à attendre sincèrement le secours là d'où il ne peut venir raisonnablement. Ce serait dépasser de beaucoup le modeste rôle qui nous est attribué, que de demander ici comment il peut se faire qu'un Ministre soit tenu de répondre à une proposition virtuellement repoussée avant qu'elle ait même été complètement formulée ; mais ce que nous dirons encore une fois, c'est que celui dont elle émane a fait de mauvaise besogne, et qu'une Revue technique, dans laquelle l'Ingénieur a la parole, doit le condamner.

C'est à propos du projet de loi sur le travail des enfants et des filles mineures dans les établissements industriels, que le Sénat a également touché aux questions qui nous intéressent particulièrement. S'appuyant sur la législation de plusieurs pays voisins, et sur des considérations morales que chacun saisira, quelques membres de cette assemblée demandaient que le travail de nuit fût interdit d'une manière générale aux femmes dans tous les ateliers. Le rapporteur a pu facilement montrer que si ce travail était en effet nuisible pour la jeune femme ayant à subir les fatigues de maternités successives, il pouvait devenir impérieusement nécessaire pour la veuve n'ayant plus à mettre au monde, mais à nourrir des enfants, ou bien encore pour la jeune fille qui a courageusement accepté le célibat pour venir en aide à de vieux parents. Nous croyons qu'en pareil cas, les restrictions ne doivent être admises que là où elles sont absolument nécessaires. Un des effets les plus marqués de la civilisation, c'est d'assurer à la femme, dans toutes les classes de la société, les ménagements et les égards que sa faiblesse et sa mission spéciale dans la famille réclament pour elle. A de rares exceptions près, l'ouvrier français ne déroge pas à cette règle, et le Sénat l'a reconnu en acceptant les conclusions de son rapport.

G. BRESSON.

CORRESPONDANCE

CORRESPONDANCE DES ÉTATS-UNIS

New-York, 20 novembre 1889.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

Exposition de 1892. — Pour des raisons assez complexes et assez difficiles à expliquer, New-York n'a pas répondu à l'appel du Comité de l'Exposition de 1892 avec tout l'entrain qu'on en attendait : la Commission avait décidé, qu'avant de discuter les détails d'un projet, il était indispensable qu'un fonds de garantie de 5 millions de dollars fût souscrit par les citoyens en général, comme preuve de la ferme

intention de la ville d'avoir l'Exposition dans son sein, et afin de pouvoir se présenter au Congrès, en décembre, avec quelque chose de tangible pour lui demander de sanctionner fédéralement l'entreprise et lui donner son caractère international par une allocation qu'on estime devoir être de 2 ou 2 1/2 millions de dollars. Cela obtenu, nul doute que la ville elle-même n'y contribue pour une somme équivalente, ce qui porterait la somme totale au chiffre respectable de 10 millions de dollars en dehors de toute contribution des autres États. Le fonds de garantie de 5 millions de dollars assurerait le remboursement des sommes avancées par le Congrès et par la Ville, ce qui assurerait, en même temps, le succès de l'Exposition.

On s'est demandé quelles pouvaient être les causes de cette froideur relative. La Commission, estimant, d'après l'opposition rencontrée dans son propre sein, que le choix du Parc Central, comme emplacement, pouvait bien en être un des principaux motifs, a explicitement et publiquement annoncé qu'on éviterait absolument de toucher à aucune partie du Parc. Cette annonce a donné quelque élan aux souscripteurs. Pour des esprits plus clairvoyants, il semblerait que le choix de l'emplacement, bien qu'éminemment convenable, pourrait entraîner à des dépenses imprévues, du moment qu'on est obligé d'abandonner l'idée de prendre une partie du parc ; il n'y a pas de doute aussi que le peu de temps disponible et les craintes d'une comparaison peu favorable avec les merveilles de l'Exposition de Paris, ne soient également de nature à exercer une certaine influence.

Quoi qu'il en soit, à l'heure qu'il est, le chiffre de 4 100 000 dollars, quelque chose comme 21 millions de francs de souscription, est acquis, et ce chiffre s'accroît de 500 000 francs par jour, ce qui nous amènerait rapidement à la somme jugée nécessaire.

Chicago est toujours sur la brèche, mais il ne faut pas oublier que les sommes souscrites à New-York sont aussi certaines que de l'argent comptant, car elles sont garanties par l'élite de la finance, du commerce et de l'industrie, et les noms des souscripteurs sont publiés officiellement, tandis que les prétentions de Chicago, qui s'appuient sur l'annonce d'une souscription de 10 millions de dollars, ne reposent peut-être par sur une base aussi sûre. Le Commission de Chicago a émis des certificats d'action de 10 dollars, sur lesquels 20 cents (1 franc) seulement sont payés, et aucun nom de souscripteur n'est publié. Jusqu'à nouvel ordre, du moins, New-York, bien que la ville procède avec plus de retenue et de lenteur, n'a pas renoncé à avoir l'Exposition. Dans quelques jours, du reste, cette question sera définitivement réglée.

Bien entendu, quel que soit l'endroit où se tiennent l'Exposition, elle aura sa tour colossale. Une exposition sans tour paraîtrait une anomalie. Il serait trop long d'énumérer tous les projets, pour ne pas dire toutes les élucubrations, qui ont été publiés à ce point de vue. Je me contenterai de vous en citer quelques exemples :

1° Une tour de 1 000 pieds qui décrirait un demi-cercle, passant de l'horizontale à la verticale, puis continuant sa course vagabonde, reprenant sa position diamétralement opposée. A l'extrémité de cette tour, serait une cage, capable de contenir mille personnes et construite de façon à garder toujours la position horizontale. La tour décrirait donc un cercle de 2 000 pieds de diamètre. Je passe les dispositifs indiqués par l'inventeur pour arrêter cette tour mobile quand elle aurait atteint la verticale, ainsi que ceux du mécanisme qui la mettrait en mouvement. Je me contenterai d'ajouter qu'elle serait équilibrée de l'autre côté de son point d'oscillation et constituerait une sorte de *cantilever Bridge* ;

2° Un autre projet consiste dans une tour d'environ 500 mètres de hauteur, de forme tronconique, au sommet de laquelle on pourrait monter par des chaussées en spirale munies d'une voie ferrée, d'une voie pour les voitures et d'une voie pour les piétons (1) ;

3° Un troisième projet propose une tour gigantesque, portant une sorte de balancier oscillant, aux extrémités duquel seraient suspendues des cages pour les voyageurs.

Il y a encore beaucoup d'autres projets de tours gigantesques, dont quelques-unes réellement pratiques, mais leur simple énoncé même serait trop long ; il y a loin, du reste, d'une simple conception à une étude sérieuse d'un projet.

L'éclairage électrique à New-York. — La suspension de l'éclairage électrique à New-York pendant quelques jours, suspension qui a fait grand bruit dans les journaux, n'est due à aucune cause technique. Le système continue à fonctionner comme auparavant, et son arrêt momentané résultait de contestations légales qu'il serait assez difficile de comprendre pour un étranger sans quelques explications préalables.

Il ne faut pas perdre de vue qu'aux États-Unis nous vivons sous le régime de la loi anglaise, c'est-à-dire de la loi judaïque. Quelle qu'ait été l'intention du législateur, le texte seul fait foi. Un seul exemple me fera mieux comprendre. Un jeune homme convaincu d'avoir assassiné, pour en hériter, son grand-père qui avait testé en sa faveur, et condamné seulement à la réclusion à cause de son âge, vient d'attaquer les héritiers en revendication d'héritage. C'est monstrueux, mais cela est ainsi. Qu'il perde ou non son procès, un fait

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XVI, n° 4, p. 99.

de ce genre serait impossible sans l'interprétation de la loi, du texte seul.

Préoccupée de faire disparaître le réseau aérien inextricable des fils télégraphiques qui font la gloire esthétique de New-York et le désespoir des pompiers, la législature de l'État a nommé, il y a environ trois ans, une commission spéciale avec la mission d'étudier la question et d'examiner les différents projets présentés pour réaliser la canalisation souterraine des fils. Cette Commission, ce bureau de contrôle électrique, comme on l'appelle ici, a donné la construction exclusive de ces *subways* ou conduits souterrains destinés à recevoir les fils, à une Compagnie qui a pour Ingénieur en chef M. L.-F. Beckwith, ancien élève de l'Ecole Centrale de Paris. Après une vive résistance de la part des Compagnies de téléphones et télégraphes, après une série de contestations légales, le travail a commencé il y a dix-huit mois environ et se poursuit tous les jours; mais, par suite de l'augmentation de saffaires et de la nécessité de nouveaux fils, la Compagnie de construction s'étant trouvée débordée, et de plus, le temps fixé pour la construction de ces travaux étant expiré, il s'est élevé une contestation entre le maire de la ville, insistant pour faire disparaître les fils des poteaux, et les Compagnies qui opposaient une mauvaise volonté de principe et prétextaient du manque de conduits pour y mettre leurs fils. Le maire a tranché la difficulté en faisant abattre tout récemment les poteaux.

Malheureusement pour les Compagnies, des accidents d'une gravité exceptionnelle, certains même suivis de mort dans des circonstances épouvantables, ont exaspéré l'opinion publique. Des fils abandonnés et mal isolés, enchevêtrés au milieu d'autres actifs et défectueux, ou des fils actifs mal isolés, touchés par les employés eux-mêmes des Compagnies dans l'exercice de leurs travaux journaliers, ont causé la mort de plusieurs d'entre eux; il y en a même un qui a été brûlé sur place, sur un poteau, après avoir été foudroyé, et cela, devant une foule terrifiée. D'autres fils, en mauvais état, se sont rompus et sont tombés sur la voie publique où ils ont donné des secousses terribles à des chevaux ou à des passants; il y a même eu un homme et plusieurs chevaux de tués. Quand on songe aux tensions considérables (450, 700 et 1 000 volts) des courants alternatifs qui traversent les fils, ces accidents s'expliquent facilement. De là, enquête du maire et constatations journalières de centaines de fils dans des conditions dangereuses ou en mauvais état, et exposés à tomber à un moment quelconque sur la voie publique. Dans l'enquête faite au sujet de la mort du malheureux employé brûlé sur place, la question suivante a été posée à un des experts des Compagnies: Quand un de ces fils à haute tension se rompt et tombe dans la rue, est-il une cause de danger pour le passant? Sa réponse a été qu'il y avait dix chances contre une pour qu'une personne venant en contact avec ce fil fût tuée raide.

Le maire a alors ordonné aux Compagnies de mettre leurs fils en état partout où ils pouvaient présenter du danger. Les Compagnies ont répondu qu'elles attendaient des conduits pour mettre les fils sous terre. Là-dessus, menace du maire de faire couper les fils, suivie du refus des Compagnies d'éclairer la ville, préférant ne pas courir les risques d'être rendues responsables des accidents causés par leurs fils. A la suite de formalités judiciaires mettant en doute le pouvoir du maire de couper les fils, les choses ont repris au bout de quelques jours leur état normal. En somme, nous nous trouvons en plein conflit d'autorités, et les tribunaux seuls pourront trancher la question.

Ces faits ont éveillé l'attention publique sur le nombre de volts d'un courant, sur la force électromotrice capable de produire la mort chez les animaux. La question d'ailleurs était toute d'actualité, la législature de l'État ayant supprimé les exécutions des criminels par la potence à partir du 1^{er} janvier 1889, pour y substituer la mort par l'électricité. Il est résulté des expériences faites par les Commissions nommées à cet effet, que l'action des courants alternatifs est mortelle à une tension en volts bien moindre que celle existant dans les fils télégraphiques ou téléphoniques.

Voici le résultat d'expériences qui ont été faites sur des animaux, en présence d'Edison et de plusieurs médecins et experts et auxquelles nous avons assisté dans le laboratoire d'Edison. Les premières ont eu lieu sur un veau pesant 124 livres $\frac{1}{2}$ (57 kilogr.). Le poil avait été rasé sur le front et sur les hanches, et en ces points on avait appliqué des plaques métalliques pourvues d'éponges imbibées d'une solution de sulfate de zinc. La résistance de l'animal était de 1 200 ohms. Un courant alternatif de 700 volts a été appliqué pendant 30 secondes; l'animal a été foudroyé. Aussitôt après on l'a disséqué: le cœur, le cerveau et les poumons ne présentaient aucune lésion, et c'est à peine si extérieurement on pouvait distinguer autre chose qu'une légère brûlure du poil à proximité des plaques métalliques.

Un autre veau pesant 145 livres (65 kilogr.) et offrant une résistance de 1 300 ohms, a été soumis au même courant alternatif de 700 volts pendant deux secondes. La mort a été instantanée.

Afin d'être positivement fixé sur la question de l'influence du poids de l'animal, on a recommencé l'expérience sur un cheval pesant 1 230 livres (environ 600 kilogr.) et offrant une résistance de 11 000

ohms. Le passage du même courant alternatif de 700 volts d'une des jambes de derrière à l'autre a suffi pour amener la mort.

Cette question du danger des fils télégraphiques à haute tension est de la plus grande importance. D'après Edison, elle serait facile à résoudre à New-York. Il faudrait exiger la suppression complète des courants alternatifs, dangereux d'après lui, même lorsqu'ils sont comparativement très faibles. Nous ne saurions mieux faire d'ailleurs que de donner son opinion telle qu'il l'a émise officiellement, en réponse à certaines questions sur ce sujet. Elle explique bien la cause des accidents constatés et montre comment l'isolation même la meilleure peut être défectueuse.

Edison estime qu'il n'y a pas, à proprement parler, d'isolation dans les courants à énorme force électromotrice. Les câbles transatlantiques, les plus parfaitement isolés de tous, ne le sont pas absolument, et pourtant on a dépensé des millions de dollars dans ce but. La règle des Compagnies de câbles sous-marins est de ne pas dépasser 40 volts, dans la crainte de compromettre l'isolation des fils. Edison mentionne les expériences de M. d'Arsonval sur un chat qui a pu supporter un courant continu de 3 000 volts sans être tué, tandis qu'un courant alternatif de 220 volts suffisait pour produire la mort. Avec un courant alternatif de 5 volts, ajoute-t-il, on peut produire des convulsions chez un homme. Indépendamment du caractère particulièrement dangereux des courants alternatifs, le système qui est employé pour la distribution les rend encore plus dangereux peut-être que les courants pour lumière à arc. Ceci tient à ce que, dans la plupart des cas, avec un courant pour lumière électrique à arc, une portion seulement du courant peut traverser le corps humain, les circuits à arc étant des circuits *fermés*, tandis qu'avec le système à courants alternatifs le circuit est *ouvert* et toute la force électromotrice du courant passe par le corps.

Edison conseille d'établir une sévère surveillance à cet égard et d'obliger les Compagnies à ne pas dépasser 700 volts pour les courants continus et 200 pour les courants alternatifs; dans le doute, il irait même jusqu'à proscrire entièrement le système des courants alternatifs. Quant à l'isolation des fils, il la regarde comme impossible avec des courants de cette force, quoi qu'on fasse. En Angleterre, un acte du Parlement interdit les courants d'une force supérieure à 400 volts. New-York aura certainement à prendre des mesures énergiques à cet égard, et puisqu'il paraît possible d'éviter de tels accidents, on ne doit rien épargner pour le faire.

Veuillez agréer, etc.

AUGUSTE J. ROSSI,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
à New-York (É. U.).

NÉCROLOGIE

FRANCIS POTHIER

Nous avons le regret d'apprendre la mort de M. Francis Pothier, membre du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Centrale, qui est décédé à Rubelles le 21 novembre dernier. Ses obsèques ont eu lieu à Paris le 24 novembre. Nous reproduisons ci-après les principaux passages du discours qui a été prononcé sur sa tombe par M. Coffinet, sous-directeur de la Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, au nom du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Centrale et de l'Association amicale de ses anciens Elèves dont M. Pothier avait été président pendant deux années consécutives:

A sa sortie de l'Ecole Centrale, en 1842, Pothier fut chargé tout d'abord de l'installation d'une fabrique de papier à Naples. Ce premier travail d'Ingénieur terminé, il se rendit en Algérie, où il s'occupa, pendant sept années, de recherches et de travaux d'exploitation de mines, ainsi que de l'installation d'établissements métallurgiques, à Mouzaïa et à Médéah, dans les conditions les plus difficiles. Tout était à créer dans ce pays, le lendemain, en quelque sorte, de la conquête, et alors que la pacification était loin d'être achevée. Il fit preuve, dans ces circonstances, d'une activité remarquable et d'une énergie peu commune.

De l'Algérie, Pothier passa en Espagne, où il créa diverses entreprises minières et métallurgiques, et fonda, entre autres établissements, l'usine à zinc de Santander.

Ces travaux l'absorbèrent jusqu'en 1854, époque à laquelle il revint en France et fut nommé sous-directeur des études à l'Ecole Centrale, fonctions qu'il remplit dignement pendant deux ans.

C'est à la fin de la deuxième année que survint l'événement le plus important de la vie de Pothier, je veux parler de son mariage.

M. Lavallée, l'un des fondateurs de l'Ecole Centrale et son premier directeur, qui connaissait Francis Pothier depuis son enfance et qui avait pu apprécier, d'abord pendant ses trois années d'étude, ensuite pendant les deux années où il remplit les fonctions de sous-directeur, les qualités du cœur et de l'intelligence de notre camarade, lui accorda la main de sa fille.

La situation que cette union créait ayant paru à Pothier incompatible avec l'emploi qu'il occupait, il donna sa démission pour rentrer dans la vie industrielle, moins désormais comme Ingénieur actif et militant que comme administrateur de diverses Sociétés auxquelles il apporta le concours de son expérience. Il fut remplacé à l'Ecole, comme sous-directeur des études, par M. Cauvet, devenu, depuis quelques années déjà, le très sympathique et très affectionné directeur de ce grand établissement.

Tous ceux qui ont connu M. Lavallée savent combien était grande son

affection pour sa chère École Centrale, et à quel point, jusqu'à son dernier jour, il s'est intéressé à sa prospérité et aux succès des anciens élèves dispersés dans toutes les parties du monde.

Cette affection, il avait su la faire partager à ses enfants, et Pothier, admis dans ce milieu, fut bientôt à l'unisson. C'est grâce à cette communauté de sentiments que M. Lavallée put, en 1857, pour assurer l'avenir de l'École, alors en pleine prospérité, la céder à l'État gratuitement, sans compensation d'aucune sorte pour lui-même ni pour les membres de sa famille. Nous avons le devoir de revendiquer pour notre camarade une part dans cet acte de noble désintéressement.

Plus tard, lorsque quelques anciens élèves eurent la généreuse et philanthropique pensée de fonder notre Association amicale, qui rend de si grands services, Pothier devint un de leurs collaborateurs. Nous le trouvons, en 1862, à côté de son beau-père, dans la Commission chargée d'étudier cette importante question et d'élaborer les statuts de cette bienfaisante institution. Il était en outre, à la même époque, membre du Conseil de perfectionnement de l'École et consacrait, soit à l'École elle-même soit à ses camarades, une notable partie de son temps, ne laissant jamais échapper une occasion d'être utile.

En 1870 et en 1871, les suffrages des anciens élèves le nommèrent, deux fois de suite, président de cette Association amicale qu'il avait contribué à fonder. C'était à l'époque la plus sombre de notre histoire. Pothier, enfermé dans Paris pendant le siège, sut réunir en un faisceau compact les membres de l'Association disséminés dans la capitale et les mettre à la disposition de la Défense nationale.

Pendant sa présidence de deux années, il s'occupa, avec un soin tout particulier, du placement des jeunes camarades; beaucoup lui ont dû leur position. Sa bonté, sa bienfaisance égalaient sa modestie; il se cachait, en quelque sorte, pour faire le bien.

Tels sont, esquissés à grands traits, les faits principaux de la carrière de Francis Pothier. La note dominante, c'est son affectueux dévouement pour l'École et pour ses camarades. Et s'il était besoin d'une dernière démonstration des sentiments qui l'animaient, nous la trouverions dans cet ouvrage considérable, fruit de ses veilles et de ses patientes recherches : « Histoire de l'École Centrale », dans lequel il a retracé les origines, les développements successifs de cette institution qui vient de prendre une part si glorieuse au succès de l'Exposition.

LE DOCTEUR QUESNEVILLE

Nous avons également le regret d'enregistrer la mort du Dr Quesneville, savant modeste et remarquable, qui avait, jusqu'à ces derniers temps, l'honneur d'être le doyen des journalistes scientifiques français. Fondateur, il y a cinquante ans, du *Moniteur scientifique*, l'ancienne *Revue scientifique*, il dirigeait avec autant de science que d'indépendance le *Moniteur de Quesneville*, recueil scientifique principalement consacré à la chimie et dont l'autorité était considérable en France et à l'étranger. Le 1^{er} novembre dernier, le Dr Quesneville, prévoyant en quelque sorte la fin de sa laborieuse carrière, annonçait à ses lecteurs que son journal cesserait de paraître à la fin de 1889. L'œuvre et l'auteur ont disparu presque simultanément.

Né à Paris, le 1^{er} janvier 1810, élève de Vauquelin, docteur en médecine en 1834, le Dr Quesneville s'est occupé d'une façon toute particulière de l'application des Sciences à l'Industrie. Il contribua dans une large mesure au développement de la fabrication en grand des produits chimiques et fut un des premiers à appliquer à la médecine les propriétés antiseptiques de l'acide phénique.

La *Revue scientifique et industrielle* qu'il publia, à partir de 1840, traitait de tous les faits utiles et curieux observés dans la médecine, l'hygiène, la physique, la chimie, la pharmacie, l'économie rurale et domestique, l'industrie nationale et étrangère. La méthode et la clarté, toutes personnelles, avec lesquelles elle était rédigée, servent encore souvent de modèles aux successeurs techniques du Dr Quesneville. En 1857, cette Revue prit le titre de *Moniteur scientifique* qu'elle a conservé jusqu'à la fin.

Le Dr Quesneville était estimé de tous dans la presse scientifique : la Revue était connue comme l'organe de toutes les idées nouvelles en matière de science et d'industrie, et il leur a prêté un appui constant. Notre regretté confrère laisse derrière lui une réputation sans tache de savant indépendant, de publiciste infatigable et de philanthrope éclairé.

P.

AUGUSTE BONNET

Professeur à l'École Centrale.

La mort s'acharne sur le personnel enseignant de l'École Centrale. Après de Fréminville, Ser, Tresca, Marché, Le Blanc, Songaylo, Silva, après Émile Muller, que nous conduisions à sa dernière demeure le mois passé, un autre professeur, jeune encore, Auguste Bonnet, vient de succomber.

Sorti en 1860, avec une des premières médailles, de l'École des Arts-et-Métiers d'Angers, Bonnet entra en 1861 à l'École Centrale, et en sortait le troisième en 1864.

Attaché au bureau d'études de MM. Thomas et Laurens, puis directeur des ateliers Lecouteux, Bonnet devint en 1873 répétiteur du cours de machines à vapeur, professé par M. de Fréminville à l'École Centrale.

Il fut ensuite chargé de ce cours, et bientôt après nommé professeur et membre du Conseil de perfectionnement de l'École Centrale. Membre

de la Société des Ingénieurs civils, il avait été appelé par le suffrage de ses collègues, en 1886, à faire partie du Comité. Il avait été nommé secrétaire des Comités d'organisation et d'installation de la classe 59, à l'Exposition de 1889, et malgré le mal qui le minait depuis de longs mois, il n'a jamais cessé de s'occuper de ces fonctions.

L'année dernière il avait dû se faire suppléer à l'École Centrale, dans son cours de machines à vapeur, mais ses amis avaient conservé l'espoir de le voir se rétablir. Sa robuste constitution n'a pu cependant triompher de la maladie, et il est mort à l'âge de 47 ans, laissant de profonds regrets à tous ses collègues et amis.

P. REGNARD.

THÉODORE LELONG

M. Louis-Théodore Lelong, ancien chef des travaux chimiques à l'École Centrale des Arts et manufactures, est mort à Paris le 14 novembre dernier. Les promotions de l'École Centrale qui se sont succédées dans ces dernières années, ont conservé un souvenir sympathique et respectueux de ce professeur modeste et bienveillant, qui apportait à l'exercice de ses fonctions autant de soin que de conscience. Th. Lelong avait été mêlé dans une large limite à la vie industrielle et avait dirigé pendant de longues années l'important établissement de Blanchisserie de Courcelles, à Paris. Son existence a été entourée de l'estime de tous ceux qui l'ont connu.

INFORMATIONS

Inauguration de l'usine municipale d'électricité des Halles centrales.

Dimanche dernier, 1^{er} décembre, a été officiellement inaugurée l'usine municipale d'électricité des Halles centrales dont le *Génie Civil* a donné la description dans son dernier numéro.

Cette cérémonie était présidée par M. Yves Guyot, Ministre des Travaux publics, qui a été reçu, à son arrivée, par le Président du Conseil municipal, en présence de MM. Alphand, directeur des travaux de Paris, Huet, directeur de la voie publique et des promenades, Meyer, Ingénieur des Ponts et Chaussées, chargé de l'usine, etc.

M. Rousselle, président du Conseil municipal, a d'abord souhaité la bienvenue au Ministre. Il a dit qu'en créant cette installation, le Conseil a voulu établir un régulateur et un modèle. « Dans cette usine, a-t-il ajouté, pourra avoir lieu l'application de procédés nouveaux, qui nous permettra d'activer, dans la mesure du possible, les progrès de cette science qui n'en est, pour ainsi dire qu'à ses débuts et de laquelle nous attendons beaucoup pour le perfectionnement de notre éclairage. »

Dans sa réponse, M. Yves Guyot a fait observer « qu'il était bien juste que la lumière électrique fût installée tout d'abord dans le lieu de Paris d'où tout part et où tout arrive. N'est-ce pas ici, a-t-il dit, que se manifeste l'activité de la capitale sous sa forme la plus vive et la plus pittoresque? L'électricité date d'hier. L'essai en a eu lieu à l'Hôtel-de-Ville, qui aura été, comme il convenait, le premier établissement éclairé par elle. Les Halles seront le second. » Il a terminé en félicitant les Ingénieurs de la Ville de Paris qui ont dirigé les travaux de cette importante installation.

Une délégation des Dames de la Halle a offert au Ministre un magnifique bouquet, puis le cortège s'est rendu dans la salle des machines de l'usine municipale.

A l'éclairage normal a subitement succédé une brillante illumination : des cordons de lampes à incandescence, suivant toutes les arêtes des voûtes, se sont instantanément allumés, éclairant un buffet richement garni. M. l'Ingénieur Meyer a fait ensuite les honneurs des installations auxquelles il consacre depuis plus d'une année tous les instants que lui laissent les charges du service ordinaire.

Pendant ce temps, les lampes à arc des rez-de-chaussée des Halles prenaient officiellement la place des anciens papillons à gaz et éclairaient une fête populaire qui s'est prolongée fort tard.

R. A.

Les tickets de chemins de fer en Hongrie.

M. Baross, ministre du commerce de Hongrie, qui a les chemins de fer dans son ressort, vient d'opérer une nouvelle réforme facilitant les voyages. Dorénavant la vente des tickets de chemins de fer s'effectuera non seulement aux guichets des gares, mais encore aux guichets de la poste et du télégraphe, dans les hôtels et dans des bureaux spéciaux. Les tickets ainsi délivrés seront valables pour une « zone » (aller ou retour) et pour tous les trains; leur validité aura une durée illimitée. On pourra les utiliser quand on voudra et même en acheter pour les envoyer en province à des amis qu'on désirera inviter. Des brochures explicatives sur l'usage des tickets sont mises gratuitement à la disposition du public. Cette utile réforme est entrée en vigueur le 1^{er} décembre.

Exposition Universelle de 1889.

MACHINE HORIZONTALE A
de 1000 chev.

Fig.1. Vue de face (côté de la

5,600

Longueur de la bielle (d'axe en axe) 4^m000Course du piston 1^m800

2,700

Fig.7. Coupe longitudinale d'un palier

Fig.8. Coupe d'un palier graisseur

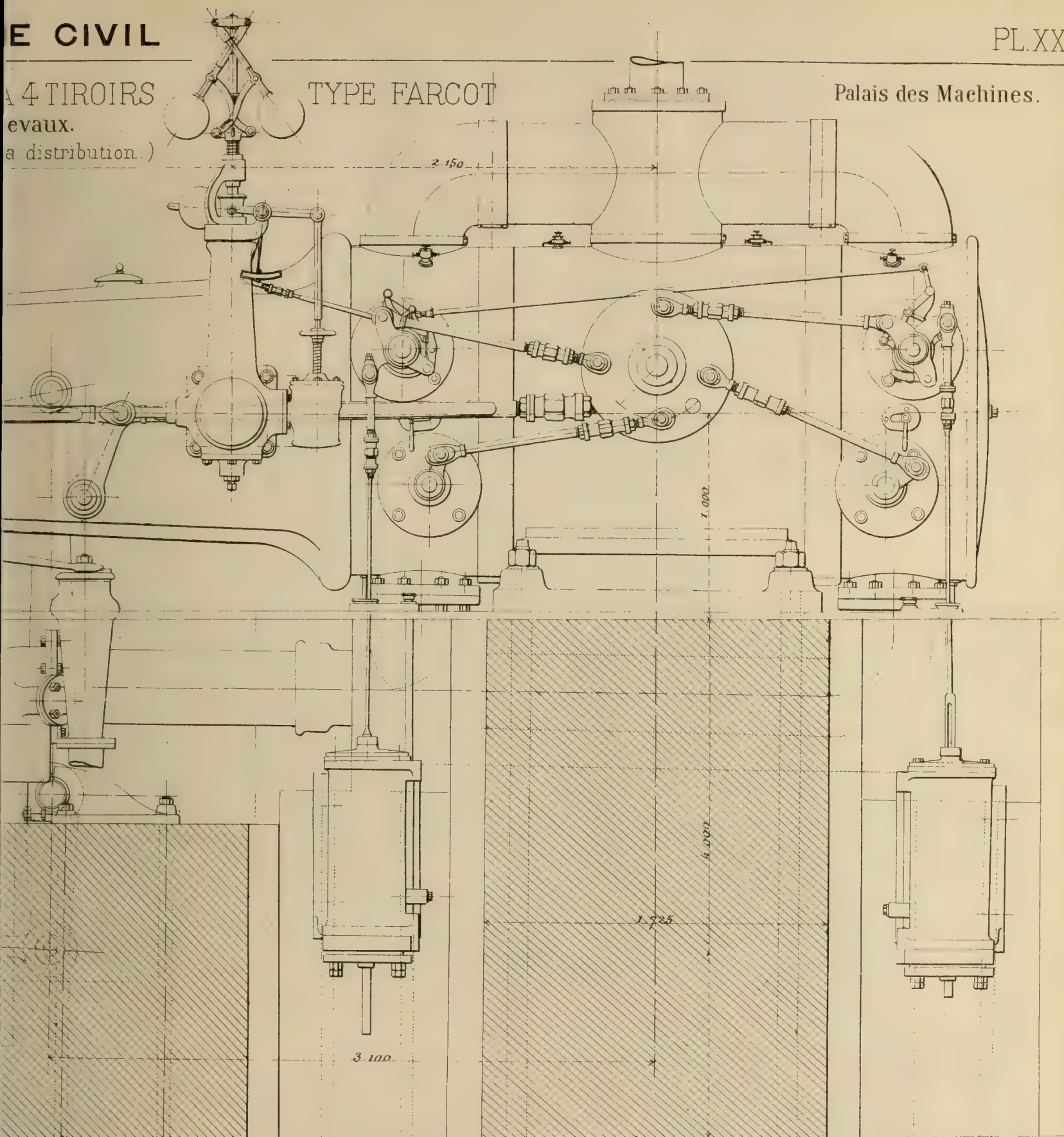
Fig.2. Coupe longitud^{le} du cylindre

Fig.3. Coupe par AB.

A 4 TIROIRS
evaux.
(a distribution.)

TYPE FARCOT

Palais des Machines.



Détails de la Distribution .

Echelle au $\frac{1}{10}$

Fig. 4.

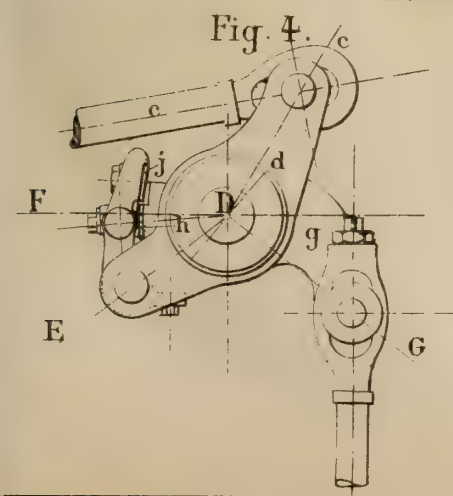


Fig. 5. Coupe par FDG.

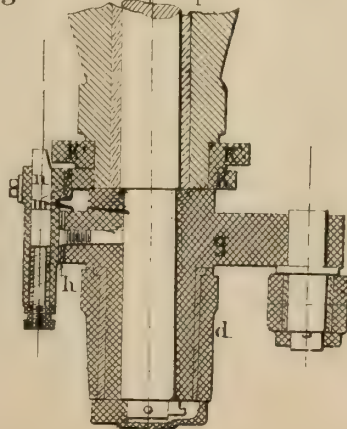
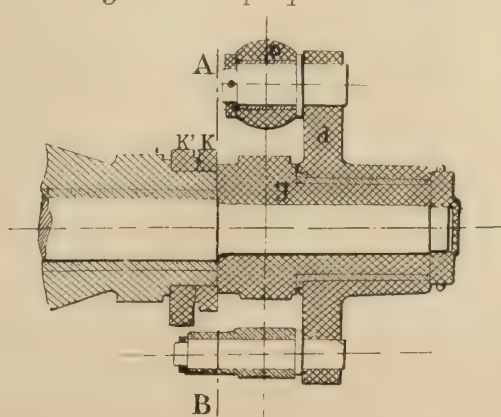


Fig. 6. Coupe par CDE.



EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

COMPAGNIE GÉNÉRALE DES ASPHALTES DE FRANCE

Historique. — L'industrie de l'asphalte, telle qu'elle existe aujourd'hui, est l'œuvre de la Compagnie générale des Asphaltes de France. Faire la monographie de celle-ci, c'est donc écrire l'histoire de celle-là. Aussi les confondrons-nous toutes deux dans une même étude, qui montrera à la fois les progrès accomplis par cette industrie depuis son état rudimentaire de 1856, et les origines ainsi que les développements successifs de la Société qui l'a faite ce qu'elle est maintenant.

Dès 1838, époque où furent construits les premiers trottoirs en asphalte naturel, la contrefaçon, selon l'usage, s'abattit sur cette heureuse innovation avec une telle âpreté, qu'il devint bientôt presque impossible de distinguer autrement que par l'expérience du temps le véritable asphalte de ses parasites. En vue de combattre plus efficacement le fléau et pour mettre le public en état de défense contre d'inévitables mécomptes, les propriétaires des principales mines d'as-

phalte alors connues s'unirent en une Société unique qui prit le nom de *Compagnie générale des Asphaltes*. La nécessité de réagir contre les influences malfaisantes des contrefacteurs de l'asphalte naturel était alors si manifeste, que les administrations publiques, notamment la Ville de Paris, n'eurent pas un instant l'idée qu'on pût taxer de monopole cette combinaison défensive. Plus tard, ainsi que nous le verrons dans la suite de ce travail, ce fantôme du monopole, habilement exploité par des concurrents peu scrupuleux, a poussé la Ville de Paris dans une aventure dont son budget porte encore les cicatrices. Mais, au moment dont nous parlons, la constitution de ce prétendu monopole parut, et était en réalité, un véritable bienfait. Il fut accueilli avec faveur par l'industrie et les travaux publics, et ce patronage permit de donner à l'industrie nouvelle les moyens d'action qui ont fait son grand succès.

Tout ce matériel, qui subsiste encore aujourd'hui, a été servilement



FIG. 4. — COMPAGNIE GÉNÉRALE DES ASPHALTES DE FRANCE. — Vue de l'usine de Javel, à Paris.

phalte alors connues s'unirent en une Société unique qui prit le nom de *Compagnie générale des Asphaltes*.

La nécessité de réagir contre les influences malfaisantes des contrefacteurs de l'asphalte naturel était alors si manifeste, que les administrations publiques, notamment la Ville de Paris, n'eurent pas un instant l'idée qu'on pût taxer de monopole cette combinaison défensive. Plus tard, ainsi que nous le verrons dans la suite de ce travail, ce fantôme du monopole, habilement exploité par des concurrents peu scrupuleux, a poussé la Ville de Paris dans une aventure dont son budget porte encore les cicatrices. Mais, au moment dont nous parlons, la constitution de ce prétendu monopole parut, et était en réalité, un véritable bienfait. Il fut accueilli avec faveur par l'industrie et les travaux publics, et ce patronage permit de donner à l'industrie nouvelle les moyens d'action qui ont fait son grand succès.

La Compagnie était d'ailleurs composée de façon à offrir les garanties les plus complètes de solidité et de loyauté. Les premiers administrateurs furent MM. Isaac Péreire, les banquiers Vernes et Marcuard, le baron Baude, le grand Ingénieur Eugène Flachat, Emile Péreire fils, etc.; son Directeur, M. Ernest Chabrier, ancien Ingénieur principal de la voie du chemin de fer de l'Ouest. Le conseil choisit pour Ingénieur et Directeur des mines de la Compagnie M. Léon Malo, Ingénieur du matériel de la voie du chemin de fer du Midi; M. Malo occupe encore aujourd'hui ces fonctions depuis trente-deux ans. Il est à remarquer, du reste, que la plupart des agents et employés de la première heure appartiennent encore à la Compagnie ou sont morts à son service. Il est, croyons-nous, peu de Sociétés dont le personnel se soit montré plus attaché et plus fidèle.

Les développements considérables que prit l'asphalte entre les mains de la nouvelle Société amenèrent bientôt une révolution complète

copié dans la suite par les entreprises rivales nées de l'extension de l'industrie nouvelle. C'était leur droit strict, la Compagnie ayant généralement laissé ses créations dans le domaine public, après avoir simplement, pour le principe, fait constater sa priorité; mais il est sans doute superflu de l'ajouter, nul d'entre ceux qui lui ont fait ces emprunts n'en a jamais déclaré l'origine. Bien mieux, en 1878, l'un d'entre eux a bravement exposé une locomobile à mastic exactement pareille au modèle de la Compagnie, avec une addition, cependant: une petite machine à vapeur pourvue de sa chaudière chauffée par le mastic en fusion et dont la force était utilisée pour faire mouvoir automatiquement l'agitateur, qui, dans la pratique ordinaire, est mis en mouvement, pendant la route, par le charretier lui-même. Ce trop ingénieux appareil n'a pas eu de second et n'a d'ailleurs jamais fonctionné; ce qui ne l'a pas empêché d'obtenir une médaille d'or. L'exemple, du reste, n'est pas unique.

Mais laissons là ces déprédations, qui ne sont malheureusement point le privilège de l'industrie de l'asphalte, et revenons à l'histoire de la Compagnie Générale.

C'est elle qui, vers 1856, sous la direction de M. Chabrier, et avec l'appui de M. Alphand, qui déjà commençait son œuvre superbe de la transformation de Paris, introduisit en France le système dit de « l'asphalte comprimé. » Ce procédé, vaguement indiqué par M. de Coulaïne d'abord, en 1846, puis en 1850 par l'inspecteur général des Ponts et Chaussées Darcy, avait été essayé d'une façon grossière par M. Mérian, Ingénieur suisse, sur la route de Pontarlier à Neuchâtel. La Compagnie, à cette époque, concessionnaire de la mine du Val-de-Travers, après avoir perfectionné les procédés d'application employés par Mérian, osa soumettre le nouveau système à la terrible épreuve de la circulation parisienne.

Bien que ces procédés fussent informes encore, le résultat obtenu fut tel que l'on put, dès ce moment, considérer l'asphalte comme le pavage futur des chaussées des grandes villes.

En effet, la surface de chaussées asphaltées s'accrût d'année en année, et, bien qu'un incident regrettable, dont nous dirons plus loin quelques mots, en ait pendant quelque temps ralenti l'essor, le développement de cette surface ne semble plus devoir s'arrêter jusqu'à ce que le Paris central tout entier ait échangé son pavé bruyant et boueux contre la chaussée propre et insonore fournie par l'asphalte. Nous verrons tout à l'heure quel rôle le pavage en bois a joué et doit jouer dans l'avenir, et quelle part légitime il est destiné à prendre à côté de l'asphalte dans l'embellissement de la Capitale.

En 1874, la constitution de la Compagnie Générale ayant été profondément modifiée, M. Chabrier, auquel on doit l'organisation des premiers grands chantiers d'application de l'asphalte et les négociations qui lui ont ouvert le débouché des chantiers de Paris, céda la direction à M. W.-H. Delano, Ingénieur civil, qui poursuivit et étendit encore le rôle de l'asphalte.

Le défaut des premières chaussées en asphalte comprimé était l'insuffisance de solidité du sous-sol. On n'avait, tout d'abord, pas assez pris garde que l'asphalte n'est, par lui-même, qu'une couche élastique dont le but est d'adoucir les brutalités de la circulation et de protéger, par cette élasticité relative, l'assiette résistante qui est le béton. Tel est également, du reste, le rôle du pavage en bois.

Or, les chaussées primitives en asphalte comprimé avaient été, par une économie mal entendue, fondées sur un béton de chaux de 0^m 10 à 0^m 15 d'épaisseur; de là des mécomptes qui faillirent un moment compromettre la carrière de ce précieux et désormais indispensable auxiliaire de l'embellissement et de l'assainissement des capitales. C'est aux démarches persévérantes de M. Delano auprès de l'administration que l'on doit en grande partie la substitution des fondations en béton de ciment de 0^m 15 et 0^m 20 d'épaisseur aux fragiles fondations de chaux qui, conservant indéfiniment leur humidité, étaient pour l'asphalte un perpétuel agent de destruction. Depuis que cette substitution a été adoptée, toutes les dégradations accidentelles ont disparu.

Il est temps d'expliquer le temps d'arrêt qui s'est produit à Paris dans l'expansion de l'asphalte comprimé, tandis que, tout au contraire, il prenait à l'étranger un essor considérable.

En 1878, la Compagnie Générale, qui, jusqu'alors, avait été seule en possession du droit de construire les chaussées en asphalte comprimé, dont l'introduction en France et la mise en pratique étaient exclusivement son œuvre, vit expirer le marché qui la liait à la Ville.

En vertu d'un principe d'égalité mal raisonné, le Conseil municipal d'alors exigea de la Direction des travaux de Paris, qui s'y opposait énergiquement, que le nouveau marché fût mis en adjudication publique. En prenant cette mesure dangereuse, le Conseil oubliait que la Compagnie, avec sa grande expérience, son immense matériel, son personnel choisi, avec les dépenses nécessitées par l'emploi à Paris des produits de ses mines, très éloignées de la capitale, obligée d'ailleurs par sa propre réputation à n'exécuter que des travaux irréprochables, ne pouvant être assimilée à des concurrents de hasard et lutter à coups de rabais avec des industriels dépourvus de pratique, de matériel et de crédit, forcés par l'exiguité même des prix à frauder ou à faire faillite.

Les deux choses arrivèrent : la fraude et la faillite. Nous ne croyons pas nécessaire de raconter ici ce qui se passa dans l'entreprise des asphaltes de 1878 à 1882; nous rappellerons seulement que cette entreprise finit dans une banqueroute retentissante, après avoir, en quatre ans, empoisonné les chaussées de Paris de produits interlopes que, depuis, la Ville dut faire relever entièrement. Cette épuration, confiée à la Compagnie générale, rappelée par l'administration et remise en possession de l'entreprise, n'est pas encore terminée à l'heure qu'il est. Nous n'osons pas dire ici le nombre de millions que cette déplorable aventure a coûtés à la Ville.

Il ne sera pas sans intérêt de citer à ce sujet l'opinion d'un homme tout à fait autorisé pour juger la question, car il a été l'un de ceux qui se sont le plus vigoureusement opposés à la fâcheuse adjudication de 1877. Nous l'extrayons d'un ouvrage posthume du regretté M. André, Ingénieur en chef de la voie publique. M. André s'y exprimait ainsi, en 1888 :

« Les surfaces asphaltées n'ont pas sensiblement varié; toutes compensations faites entre les réductions et les augmentations, nous voyons apparaître un gain de 40 000 mètres carrés en nombre rond.

» Cette situation stationnaire est due aux circonstances critiques que nos asphaltes ont eu à traverser de 1878 à 1882; aux déboires causés par le système de l'adjudication. Actuellement, nos asphaltes, reconstitués avec des roches naturelles convenablement choisies, dont la poudre est appliquée sur des fondations de béton de Portland, sont aussi beaux et aussi résistants que ceux de Londres et de Berlin. Il ne nous semble pas douteux que la défaveur imméritée qui atteint encore la chaussée d'asphalte ne doive disparaître petit à petit en présence des excellents résultats que nous obtenons aujourd'hui. Les chaussées en asphalte réussissent parfaitement, il ne faut pas l'oublier, sur des points où le bois donnerait des résultats médiocres. Dans les rues étroites, ombragées et peu aérées, ce qui est le cas de nos voies du centre dirigées de l'est à l'ouest, l'asphalte donne des chaussées toujours propres, absolument imperméables, qui séchent très vite, et qui, au point de vue de la circulation des piétons, valent les trottoirs. Dans ces rues, la chaussée en bois, constamment humide et mal aérée, pourrait rapidement et dégagerait en été une odeur désagréable. Laissons donc le bois aux grandes voies bien aérées, bien ensolées, faciles à laver à grande eau, au moyen de l'arrosage à la lance, et

réserveons l'asphalte aux rues étroites, ombragées, où se presse néanmoins une circulation active (1).

Avant d'en finir avec ce rapide historique de la carrière de la Compagnie Générale, nous signalerons un changement important survenu en ces dernières années dans le mode de construction des chaussées en asphalte comprimé.

Les premières en date de ces chaussées avaient été faites en minéral du Val-de-Travers pur. Ce minéral, trop riche en bitume, s'amollissait en été sous un soleil ardent et formait des vagues ou bourrelets très gênants pour la circulation. On remédia pendant plusieurs années à cet inconvénient en mélangeant au minéral du Val-de-Travers de l'asphalte de Seyssel, dont le grain plus fin et plus serré, moins surchargé de bitume, corrigeait le défaut du précédent.

La roche du Val-de-Travers ayant plus tard pris un caractère huileux qui dénaturait dans une certaine mesure son bitume d'imprégnation, et en dépit du mélange dont nous venons de parler, recommençait à produire des bourrelets, la Compagnie générale dut la remplacer par une sorte d'asphalte beaucoup plus tenace, provenant des mines de Ragusa (Sicile), dont elle a fait l'acquisition. Mélangé avec l'asphalte de Seyssel en proportions déterminées par la pratique, la roche de Ragusa fournit d'excellentes chaussées, dont plusieurs ont déjà quatre années d'âge et donnent les meilleurs résultats.

Cette esquisse sommaire de la monographie de la Compagnie générale des Asphaltes de France peut se résumer en ces mots :

Elle a créé en France l'industrie de l'asphalte; elle l'a créée de toutes pièces avec son matériel, son outillage, ses méthodes, son personnel spécial. Rien n'a été fait ou innové en dehors d'elle dans le domaine de l'asphalte. Tout ce qui se pratique ou s'emploie dans ce domaine en dehors d'elle lui a été emprunté, et il convient d'ajouter que ces emprunts, auxquels elle n'a jamais cherché à se soustraire, n'ont été le plus souvent que des armes employées contre sa renommée, entre les mains des falsificateurs et des contrefacteurs.

Heureusement pour elle, malheureusement pour les budgets des administrations publiques, les résultats de cette concurrence ont été tels que les Ingénieurs qui emploient de l'asphalte commencent à s'inquiéter sérieusement de ses ravages. Quelques-uns ont résolu radicalement la question en renonçant à l'asphalte, le plus grand nombre a pris le parti d'exiger rigoureusement la marque adoptée par la Compagnie Générale, marque imposée presque partout, mais souvent trop mollement pour être efficace contre le péril de la falsification; la réaction que de trop nombreux mécomptes ont soulevée contre celle-ci semble s'accroître, et il faut espérer, dans l'intérêt public, qu'elle finira par en avoir raison.

La Compagnie Générale a vu d'ailleurs ses travaux et ses efforts récompensés en maintes occasions, de façon à l'encourager dans sa longue et laborieuse campagne. A la suite de l'Exposition de 1867, son directeur, M. Chabrier, était décoré de la Légion d'honneur; deux ans plus tard, M. Léon Malo, son Ingénieur, était nommé chevalier du même ordre. A l'Exposition de 1878, la mine de Seyssel obtint une médaille d'or. Enfin, l'Exposition de 1889 vient de couronner cette utile et laborieuse carrière en décernant à la Compagnie un grand prix dans la classe 63, une médaille d'or dans la classe 41, et à M. Malo personnellement, pour sa collaboration, une autre médaille d'or.

Industrie de l'asphalte. — Une étude du genre de celle-ci resterait incomplète, si nous ne donnions quelques détails sur l'objet et sur la pratique de l'industrie dont elle traite, industrie encore peu connue dans sa technique, bien qu'elle soit cependant extrêmement connue aujourd'hui dans ses applications.

Nous ne croyons pouvoir mieux faire que d'emprunter ces détails aux divers ouvrages publiés sur la matière par M. Léon Malo, que l'étude suivie qu'il en a faite et la longue expérience qu'il en a acquise, ont noté depuis longtemps en France comme le spécialiste attitré de l'asphalte.

Le bitume, nous dit M. Léon Malo (2), est un corps minéral d'un beau noir brillant, à reflets légèrement rougeâtres, que l'on rencontre soit à l'état natif, soit à l'état de mélange (3). Il est solide à basse température, ductile quand on le chauffe un peu ou qu'on le roule

(1) Frédéric André, *sa vie, ses œuvres*. Imprimerie Charles Watelet, 53, boulevard Edgar-Quinet. Paris.

(2) *L'Asphalte*, par LÉON MALO, Paris 1888. — Baudry et Cie, éditeurs.

Voir également du même auteur :

L'Industrie de l'Asphalte en 1879. — Annales des Ponts et Chaussées, cahier de novembre 1879.

Conférence donnée au Conservatoire des Arts et Métiers le 14 novembre 1880.

Les Maçonneries asphaltiques, extrait du Bulletin de la Société des Ingénieurs civils. Octobre 1883.

Les Voies asphaltées de Berlin, extrait du Bulletin de la Société des Ingénieurs civils. Février 1888.

(3) Tableau synoptique des principales manifestations du bitume, d'après M. Léon Malo :

Bitume.	1 ^o A l'état natif.	— —	Bitume libre surnageant sur la mer Morte.	
			— — existant en amas souterrains et expulsé naturellement à la surface (Fontaine de Poix, près Clermont, en Auvergne).	
	2 ^o Mélangé à une gangue terreuse.	— —	— — provenant des suintements de roches imprégnées, tels que les gisements de Chieti, en Italie, et quantités d'autres.	
			Bitume du Mexique. { Eruptions lentes et permanentes de bitume mélangé à environ 30 % d'argile et 30 % d'eau.	
	3 ^o Mélangé à des sables.	— —	de Cuba. {	
		— —	de Trinidad. {	
		— —	de Bastennes. {	
		— —	de Puyrion. {	
		— —	d'Auvergne. {	
	4 ^o Imprégnant des calcaires purs asphaltés.	— —	Asphalte de Seyssel (France).	
		— —	Val-de-Travers (Suisse).	
		— —	Ragusa (Sicile).	
		— —	Chavaroche (Haute-Savoie), etc.	

pendant quelques instants entre les doigts; liquide vers 50°, relativement fixe, puisque maintenu pendant plusieurs heures à une température de 200 à 250°, il perd à peine 1 % de son poids. Sa densité égale à peu près celle de l'eau.

L'asphalte est une roche calcaire qui a été imprégnée naturellement de bitume dans le sein de la terre, par suite d'un contact longtemps prolongé avec ce bitume, ou par l'éruption subite de cette matière jaillissant violemment des parties internes du globe, à travers une fissure.

L'asphalte de bonne qualité présente l'aspect d'une roche tendre par la température de l'été, dure pendant l'hiver; à grain fin couleur de chocolat foncé, parfois tigrée noir et brun. Vers 50 ou 60°, elle se laisse écraser entre les doigts. Exposée pendant quelques heures à un soleil ardent, elle tombe d'elle-même en une poussière brune et onctueuse.

Quand on l'examine au microscope, on reconnaît que cette roche est formée de petits grains de calcaire très fins, recouverts chacun d'une mince pellicule de bitume et agglutinés entre eux par l'intermédiaire de cette pellicule. Si l'on chauffe un petit morceau de cette matière, le bitume qui lui sert de ciment se ramollit et perd sa force agglutinante; les molécules se décollent, se séparent et s'éparpillent en une poussière rappelant la couleur du chocolat foncé.

Si, tandis qu'elle est encore à la température de 80° ou 100°, on ramasse cette poussière et si on la comprime énergiquement dans un moule, elle reprend par le refroidissement sous sa nouvelle forme sa consistance première. On peut d'ailleurs répéter indéfiniment la même expérience sur la même matière, qui, chaque fois, se ramollira par la chaleur et tombera en poussière, puis, comprimée de nouveau, reprendra par le refroidissement sa dureté primitive. C'est cette singulière propriété qui a donné naissance au système de chaussée aujourd'hui si répandu et connu sous le nom d'*asphalte comprimé*.

Emploi de l'asphalte. — L'emploi de l'asphalte remonte aux temps les plus reculés, d'aucuns le font même remonter au déluge. Il est, en effet, certain que le livre de la Genèse parle du bitume dont était enduite l'arche de Noé, et de l'usage qu'en firent les premiers Hébreux, comme ciment, pour les murailles de la Tour de Babel.

Le lac Asphaltite, si fameux dans l'Écriture sainte, contient des dépôts considérables de bitume. Ce bitume, qui flotte au-dessus de la mer Morte, provient de nombreux gisements bitumineux situés au fond du lac, échelonnés sur la rive droite du Jourdain, depuis sa source dans l'Anti-Liban jusqu'au lac Asphaltite.

C'est à une inflammation accidentelle de pétrole ou de bitume, que *Encyclopédie* de Diderot attribuait l'incendie de Sodome et de Gomorrhe. Non seulement les Hébreux, mais également les Assyriens, les Arabes et les Égyptiens, connaissaient cette matière grasse, inflammable et oléagineuse. Les momies égyptiennes étaient conservées au moyen de cette substance dont on enduisait les bandelettes et qui avait de grandes propriétés de conservation. Mais l'emploi qu'on faisait de l'asphalte dans la fondation des bâtiments et les constructions des murailles était beaucoup plus important.

Parmi les auteurs anciens qui font mention de l'asphalte, on peut citer Hérodote, Diodore de Sicile et Strabon.

C'est avec un mortier asphaltique qu'avaient été bâties les murailles de Ninive, l'antique capitale de l'Assyrie. Diodore de Sicile, contemporain de César et d'Auguste, nous a fait connaître les procédés qui étaient usités à Babylone pour asphalter les briques avec lesquelles furent construites les murailles de cette antique cité.

« Pour assujettir les briques (1) les unes aux autres, dit-il, on les enduisait d'une couche d'asphalte chaud au lieu de simple argile délayée, en les disposant par assises; et entre chaque trentième assise, on introduisait un lit de tiges de roseaux.

» L'asphalte qui servait à la construction de ces murailles fut tiré de la ville d'Io, située à huit journées de marche de Babylone, sur une rivière peu considérable qui se jette dans l'Euphrate et roule avec ses eaux une grande quantité de morceaux d'asphalte.

L'usage de revêtir d'asphalte les parois extérieures et les parois intérieures du rez-de-chaussée des maisons, existait dans l'ancienne Égypte. On a trouvé, en effet, cette substance dans les constructions de Memphis et dans celles de Thèbes, pendant les fouilles qui furent exécutées sous la direction de M. Mariette-Bey.

Les Égyptiens employaient également beaucoup l'asphalte dans la construction des citernes, des silos et, en général, de tous les ouvrages qu'ils voulaient rendre imperméables à l'eau. Ils ont fait servir l'asphalte comme ciment dans les fondations des pyramides.

Les Phéniciens, puis, après eux, les Arabes, enduisaient leurs vaisseaux de bitume; c'est ce que font aussi les indigènes de l'île de Trinidad, en Amérique, qui en possède de grands gisements. Les Romains ont connu également l'usage de l'asphalte. Ils s'en servaient fréquemment dans leurs constructions publiques ou privées, surtout pour bâtir leurs thermes.

Nous n'insisterons pas davantage sur l'histoire de l'asphalte aux époques reculées. Nous n'entrerons pas non plus dans des détails sur les théories émises au sujet de l'origine géologique de l'asphalte et du bitume, nous contentant de renvoyer le lecteur aux ouvrages cités plus haut qui rappellent les trois théories émises de: 1° l'origine organique; 2° l'origine éruptive; 3° l'origine organique et hydro-thermale, théories soutenues par de savants chimistes et géologues tels que Wall, Hunt, Virlet et Delbos. Nous signalerons surtout les savants travaux de M. Daubrée.

En Europe, l'asphalte n'était guère connu avant le commencement du dix-huitième siècle. La découverte de la première mine dans le

comté de Neuchâtel, en Suisse, remonte à 1710. Elle fut faite par le docteur *Eirini d'Eiriny*, médecin grec, ainsi que nous l'apprend une brochure, aujourd'hui introuvable, et publiée à Paris en 1721, sous ce titre: « Dissertations sur l'asphalte, ou ciment naturel, découvert depuis plusieurs années au Val-de-Travers, dans le comté de Neuchâtel, par le sieur Eirini d'Eiriny, professeur grec et docteur en médecine, avec la manière de l'employer tant sur la pierre que sur le bois, et les utilités de l'huile que l'on en tire ».

Depuis la découverte d'Eirini d'Eiriny jusqu'à la concession, en l'an V, des mines de Seyssel, l'industrie de l'asphalte resta stationnaire, et ce n'est que vers la fin du dix-huitième siècle et le commencement du dix-neuvième, que nous la voyons reprendre quelque importance, grâce aux efforts de MM. Secrétan et de Sassenay.

Mines de Seyssel (fig. 2). — La plus importante des mines d'asphalte actuellement connues, celle de Seyssel, accordée par décret du Directoire exécutif en date du 9 fructidor, an V, au sieur Secrétan, s'étend sur les deux rives du Rhône entre Seyssel et Bellegarde et sur une

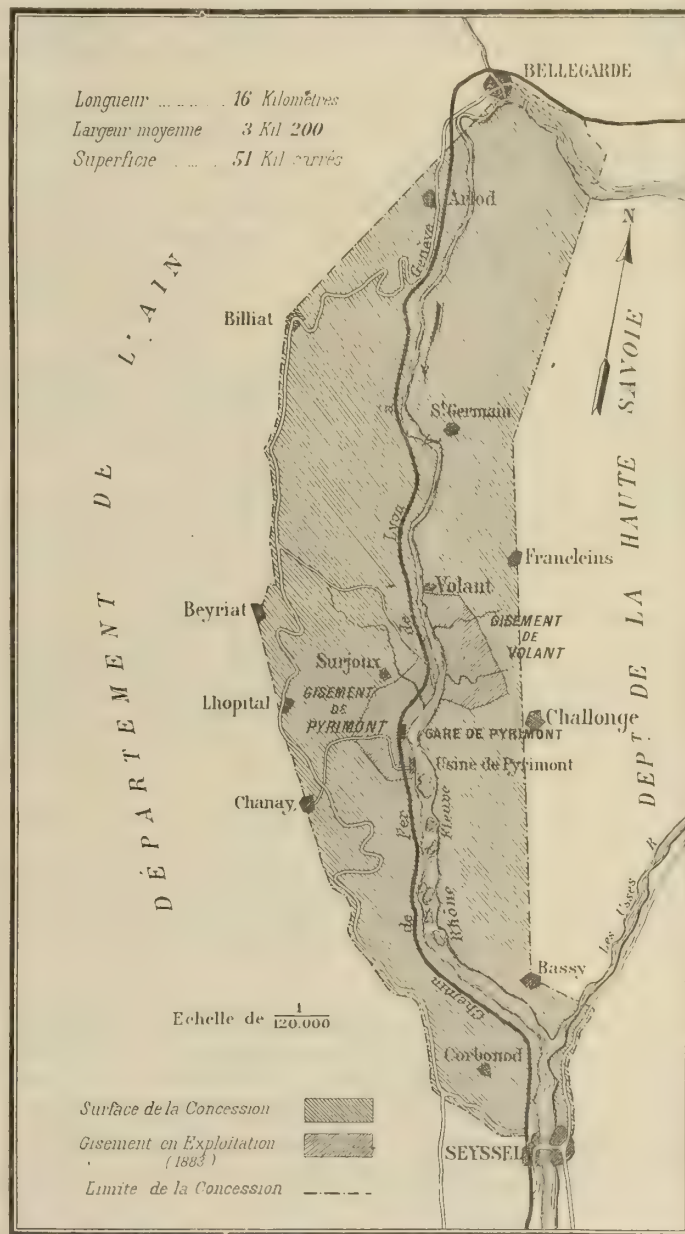


Fig. 2. — Plan général des mines d'asphalte de Seyssel.

surface de 52 kilomètres carrés. C'est la plus vaste des concessions de mines françaises actuellement existantes.

Elle fut sujette à des vicissitudes singulières que nous allons exposer en quelques lignes.

Devenue perpétuelle en vertu de la loi du 21 avril 1810, la concession de Seyssel, qui, comme nous venons de le dire, s'étendait moitié sur le département de l'Ain et moitié sur celui de la Haute-Savoie, se trouva démembrée par l'effet des traités de 1815. La partie située sur le territoire savoisien fut considérée comme nulle et non avenue, par le roi de Sardaigne, qui accorda à des indigènes plusieurs concessions partielles découpées dans le périmètre de la grande concession Secrétan.

Lorsque, en 1860, la Savoie eut fait retour à la France, la Compagnie Générale, voulant reconstituer légalement la concession primitive dont elle était devenue propriétaire par suite de la fusion dont nous avons parlé, mais reconnaissant le fait accompli en 1815 comme fait du Prince, s'appliqua à racheter les concessions partielles accordées par le roi de Sardaigne. Elle y parvint après quinze ans de négociations et d'importants sacrifices. Le 8 mai 1888 un décret prési-

(1) Plusieurs de ces briques encore revêtues d'un enduit d'asphalte ont été transportées au musée du Louvre.

dentiel a déclaré reconstituée dans ses limites originaires, la concession de l'an V, à laquelle il a donné le nom de *Concession de Seyssel*, consacré déjà par un usage presque centenaire.

Le grand gisement d'asphalte actuellement exploité dans cette concession est situé juste à son centre, à moitié chemin à peu près de Seyssel à Bellegarde, au lieu dit Pyrimont.

Usine de Pyrimont. — C'est à Pyrimont (Ain) que se trouvent le siège de la Direction des mines et l'usine de fabrication du mastic renommé qui sert à la confection des trottoirs et autres travaux analogues dans le monde entier. Une gare du chemin de fer de Lyon à Genève a été construite à Pyrimont spécialement pour le service des mines et de l'usine, la gare de Seyssel étant trop éloignée pour pouvoir être utilisée dans ce but.

C'est dans l'usine de Pyrimont qu'a été étudié et exécuté le matériel de fabrication qui a servi plus tard de modèle aux établissements similaires. Une machine à vapeur de 100 chevaux y donne le mouvement aux appareils les plus perfectionnés, fruits d'une expérience de plus de trente années; l'usine et ses dépendances sont éclairées à la lumière électrique, et un téléphone met le cabinet du directeur en communication avec les services de la fabrication et de l'exploitation. Tout y est installé en un mot de façon à en faire une installation unique.

L'activité de l'exploitation varie avec les saisons et avec les besoins de l'application. En temps d'exploitation normale, on emploie à Seyssel, tant aux travaux d'extraction qu'à ceux de la fabrication, environ 200 ouvriers, et 250 à Ragusa.

L'exploitation est, dans sa plus grande partie, souterraine. Le gisement se compose de huit couches superposées, séparées entre elles par des bancs de calcaire blanc. L'une de ces couches, située à 35 mètres au-dessous du niveau du Rhône, a une épaisseur de 7 mètres. C'est, de beaucoup, la plus puissante des couches d'asphalte connues.

Les galeries d'exploitation ont un développement qui dépasse actuellement 12 kilomètres.

L'extraction se fait par les moyens usités pour l'exploitation du moellon à bâtir, sauf que, dans beaucoup de cas, on y emploie la tarière pour percer les trous de mine. La matière est, en effet, assez tendre pour permettre l'usage de cet outil. Les ouvriers ne reprennent le burin ou la barre-à-mine que lorsqu'ils ont à traverser des parties stériles.

Lorsqu'on exploite un banc d'asphalte souterrainement, à des températures qui sont en moyenne de 12° à 13°, on se trouve en présence d'une matière relativement dure, qui durcit encore davantage si elle est transportée au dehors pendant l'hiver, mais se ramollit jusqu'à tomber en poussière si, au sortir des galeries, elle est exposée quelque temps au grand soleil.

Les trous de mine sont chargés soit à la poudre, soit à la dynamite. On emploie la première lorsqu'on travaille dans des masses compactes, sèches et non fissurées. La matière étant, dans une certaine mesure, élastique, l'on comprend aisément qu'on ne doit pas s'y servir d'explosifs trop brisants. Au contraire, la dynamite est usitée avec avantage dans les parties très humides ou dans celles qui, trop fissurées, laisseraient échapper les gaz détonants de la poudre, moins instantanés que ceux de la nitro-glycérine.

Les blocs d'asphalte sont transportés au dehors par de petits chemins de fer, et empilés à de faibles hauteurs autant que possible, pour éviter leur écrasement sous l'action de la chaleur solaire. Cet écrasement présente deux sortes d'inconvénients: d'abord la matière ainsi pulvérisée donne plus de déchet dans les transports et les manipulations; ensuite, cette poussière, si elle est exposée à la pluie, s'imbibe d'eau et devient ensuite difficile à traiter au moment de son emploi.

Applications de l'asphalte. — Le mastic d'asphalte de Seyssel doit sa renommée non seulement à la nature unique du minerai employé, mais aussi aux soins particuliers et aux appareils perfectionnés usités dans sa fabrication. Ses applications sont aujourd'hui très nombreuses. A l'état pur, on s'en sert pour les chapes de casemates et de ponts, pour le dallage des capsuleries et poudrières, pour assécher les murs des édifices construits sur des terrains humides, pour isoler les véhicules de fluide électrique, pour préserver les sols d'usines où doivent s'écouler des eaux acidulées. Mélangé de sable, ce mastic sert à la construction des trottoirs. Il a sur le ciment de nombreux avantages, parmi lesquels la rapidité de sa pose, qui permet de livrer en une demi-heure la surface à la circulation, et la faculté qu'il a de pouvoir se réemployer indéfiniment, par une simple refonte dans un peu de bitume. On a trouvé également de grands avantages à l'employer comme ignifuge dans le revêtement des planchers exposés à l'incendie; le coffre-fort de la Compagnie est en mastic d'asphalte mélangé de cailloux.

On a pu voir au pavillon de la Compagnie, à l'Exposition (1), nombre d'échantillons des diverses applications du mastic d'asphalte aux brasseries, aux écuries (il est inattaquable aux rongeurs), aux silos (il est insensible à l'action du purin), aux fondations de machines à trépidation, etc., etc.

Préparation de l'asphalte. — Le minerai d'asphalte extrait de la mine subit différentes opérations suivant l'application que l'on veut en faire, soit le mastic d'asphalte ou l'asphalte comprimé.

Le bitume et la poudre d'asphalte mélangés donnent le mastic d'asphalte communément appelé *asphalte coulé*, avec lequel sont établis la plupart des trottoirs.

La poudre d'asphalte est obtenue par pulvérisation et tamisage du minerai. Elle est soumise ensuite à la cuisson.

Un concassage par arrachement réduit la roche à peu près au volume des cailloux employés au macadam des routes. C'est à cet état que l'asphalte est amené au pulvérisateur proprement dit.

Sans entrer dans les détails de l'application du mastic d'asphalte aux trottoirs ou autres travaux, nous allons passer en revue les principales opérations nécessitées par la construction des chaussées en asphalte comprimé, qui est la partie la plus neuve et la plus intéressante de cette industrie.

Préparation de l'asphalte comprimé. — Les opérations qui forment l'ensemble de l'application de l'asphalte aux chaussées sont:

Le broyage de la roche; le chauffage de la poudre; le transport de la poudre chaude à pied-d'œuvre; l'étendage; le pilonnage; le roulage.

Le broyage et le tamisage de la roche se font comme pour le mastic d'asphalte.

Le chauffage s'effectue principalement dans des appareils rotatifs dont voici la description sommaire:

On peut se figurer un vaste brûloir à café, dont le cylindre mobile a 2 mètres environ de diamètre et 2 mètres de longueur, sa double enveloppe fixe porte une cheminée en tôle disposée de façon que l'air chaud envoyé par le foyer n'y parvienne qu'après avoir léché toute la surface extérieure de ce cylindre. Le foyer lui-même, placé immédiatement sous le cylindre, est mobile, en ce sens qu'il peut rouler sur un système de rails et s'effacer latéralement de façon à laisser libre la partie inférieure du cylindre. Le cylindre mobile est monté sur un arbre central dont les extrémités se meuvent dans des paliers qui s'appuient sur l'enveloppe fixe, laquelle, portée elle-même par quatre pieds robustes, est indépendante du foyer.

Voici maintenant de quelle manière se fait l'opération du chauffage:

On introduit la poudre dans le cylindre par une trémie placée vis-à-vis un trou central formant vide annulaire autour de l'arbre; la poudre tombe dans le cylindre, qui, animé d'un mouvement très lent, et pourvu de lames intérieures fixées selon les génératrices, ramasse cette poudre, la remonte un peu plus haut que le niveau du diamètre horizontal puis la laisse retomber en pluie dans l'air chaud qui remplit le cylindre. De cette façon, la poudre est chauffée, d'abord par son contact avec la paroi métallique, ensuite par l'air chaud dans lequel s'effectue sa chute.

Comme le mouvement du cylindre est parfaitement régulier, la poudre ne séjourne sur les lames qu'un temps déterminé, et, lorsque l'opération est terminée, elle sort de l'appareil à une température uniforme.

Les appareils rotatifs employés pour les travaux de la Ville de Paris chauffent à 130° ou 140° environ 1 800 kilogr. de poudre en une heure et quart.

Lorsque la poudre est jugée suffisamment chaude, on déplace le foyer, comme nous l'avons dit, en le faisant rouler sur ses rails. On amène à sa place le tombereau qui doit transporter la poudre chaude à pied d'œuvre, puis on arrête le mouvement du cylindre, de façon qu'une porte pratiquée sur sa périphérie se trouve placée juste au-dessus du tombereau. On ouvre cette porte, et la charge de poudre tombe tout entière dans le véhicule. Lorsque celui-ci est parti, on referme la porte, on ramène le foyer à sa place, on recharge le cylindre et une nouvelle opération de chauffage commence.

L'asphalte est mauvais conducteur de la chaleur. Cette propriété négative a singulièrement simplifié les difficultés de sa préparation, en ce sens qu'elle permet de chauffer la poudre dans les dépôts et de la transporter chaude jusqu'au lieu d'emploi, sans lui faire perdre une partie appréciable de sa température.

En effet, la poudre chargée dans des tombereaux à parois métalliques et recouverte d'une bâche imperméable, peut être conduite à 2 ou 14 kilomètres de l'atelier où elle a été chauffée, sans laisser en route plus de trois ou quatre degrés de sa température moyenne. Cette circonstance a permis d'exécuter les grands travaux de chaussées dans des proportions et avec une rapidité impossibles lorsque la préparation devait se faire sur place, comme cela se pratiquait à l'origine de l'industrie.

Les tombereaux transportant la poudre chaude arrivent sur le chantier d'application aussi près que possible de l'endroit où elle doit être répandue. On en verse le contenu dans des brouettes qui desservent l'atelier des « comprimateurs ».

On procède ensuite à l'étendage, au pilonnage et au roulage, dont la description nous entraînerait trop loin, et qui d'ailleurs sont connus de tout le monde, car ils s'exécutent sur tous les points de Paris sous les yeux du public.

Dalles d'asphalte coulé. — L'outillage d'application de l'asphalte coulé étant d'un prix relativement coûteux et d'un transport difficile, on a cherché le moyen de le réduire à sa plus simple expression en vue de rendre pratiques certains ouvrages de peu d'importance à exécuter dans les campagnes ou dans les localités peu industrielles. On a été ainsi conduit à fabriquer, en 1873, des dalles d'asphalte coulé qui, transportées à pied d'œuvre, peuvent être remises en place et soudées entre elles par le premier maçon venu et même par un simple manoeuvre un peu intelligent, de façon à reproduire la couche d'asphalte continue et imperméable qui constitue le trottoir.

Béton d'asphalte. — Une autre application très intéressante, due également à M. Léon Malo, est le *béton d'asphalte*, employé avec grand succès dans les maçonneries de fondations.

Ayant à établir à Pyrimont (Seyssel) une machine à vapeur horizontale de la force de 50 chevaux, M. Léon Malo conçut l'idée originale et hardie de substituer au massif de pierre de taille qui est généralement employé, un massif composé de béton d'asphalte ayant 7 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur et 0^m 70 de hauteur.

Cela se passait en 1863; la machine a marché 22 ans sans la plus

(1) En face de l'entrée de la galerie des Machines, côté des Invalides.

légère détérioration. La nécessité de remplacer l'ancienne machine par une nouvelle à haute pression et à condensation, d'une force et d'une vitesse doubles, a conduit à l'établissement d'un nouveau massif de 3^m 50 de hauteur, 4 mètres de longueur et 1^m 25 de largeur. La machine a, depuis son installation, fonctionné avec une régularité parfaite. Les vibrations sont absolument interceptées par le massif de fondation, et, n'était le bruit de la pompe à air, il serait impossible, même en mettant la main sur le massif, de deviner si l'appareil est en marche ou au repos.

Depuis longtemps déjà, de nombreuses applications de ce genre ont été faites avec succès pour des appareils très divers, tels que : broyeurs Carr à grande vitesse, concasseurs à cylindres, machines à imprimer, dynamos, etc.

M. Léon Malo a fait également avec succès des fondations en asphalte comprimé. Des applications de ce genre de fondations ont été exécutées par M. Delano pour des marteaux-pilons, des essoreuses, des machines rotatives pour journaux, etc., d'après les indications de M. Malo.

Fondations sous-marines. — Une autre importante application du béton d'asphalte a été faite par M. Malo aux fondations sous-marines.

L'eau de la mer, qui dissout si rapidement les silicates qui composent les ciments et les mortiers, est, au contraire, sans action dissolvante sur le bitume qui entre dans la composition du béton d'asphalte.

Des essais faits en 1860 à la Pointe-de-Grave, au sud de l'embouchure de la Gironde, ont été très concluants pour l'emploi du béton d'asphalte à la construction des blocs artificiels pour la défense des ports.

Enfin, nous parlerons pour mémoire des nombreuses applications faites de l'asphalte dans les terrasses, toitures, planchers, écuries, fondations de maisons humides, chapas de ponts et tunnels, chapas de fortifications, silos, mangeoires, poudrières, cuves de gazomètres, etc.

Importance de la Compagnie. — La *Compagnie générale des Asphaltes* est organisée en même temps pour la production et pour l'application. Ses agences et son matériel exécutent des travaux dans toute la France, pour les principales administrations de l'Etat, du Génie militaire, des villes et des chemins de fer. A Paris, elle est adjudicataire des travaux d'asphalte des 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e, 6^e, 9^e, 10^e, 11^e, 12^e, 13^e, 14^e, 15^e et 16^e arrondissements pour les trottoirs, et des 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e, 8^e, 9^e, 10^e, 11^e, 12, 17^e, 18^e, 19^e et 20^e arrondissements pour les chaussées.

Depuis l'Exposition universelle de 1878, les travaux exécutés pour le compte de la Ville se sont élevés à 429 603 mètres carrés en asphalte comprimé et à 303 834 mètres carrés en asphalte coulé, bien que, par suite de l'incident dont nous avons parlé plus haut, la Compagnie se soit vue éliminée pendant cinq années de l'entreprise des travaux d'asphalte qu'elle avait toujours eue et qui lui a été rendue en 1883.

Elle avait à cette époque exécuté et à entretenir 1 200 000 mètres carrés.

Les moyens d'action que possède la Compagnie sont très importants. Elle possède à Paris trois vastes usines, quai Valmy, rue de Javel et à Bercy-Nicolai, dont l'outillage, évalué à plus d'un million, peut préparer par jour et expédier sur tous les points de la ville et de la banlieue, cent cinquante-six locomobiles chargées chacune de mille kilogr. de mastic sablé prêt à être coulé, c'est-à-dire la valeur de 3 900 mètres carrés de trottoirs à 0^m 015 et quatre-vingt-deux voitures de poudre d'asphalte chaude pouvant faire 1 230 mètres carrés d'asphalte comprimé.

G.-L. PESCE.

LE GRAND-DUCHÉ DE FINLANDE à l'Exposition universelle de 1889.

Située entre la Scandinavie et la plaine de Russie, baignée de deux côtés par de vastes bras de mer, les golfes de Finlande et de Bothnie, du sein desquels elle continue à s'élever peu à peu, la Finlande s'étend entre le 60° et le 70° de latitude Nord, jusque tout près de la mer Glaciale.

L'aspect du pays frappe tout d'abord par l'abondance des lacs et des îles. Aussi a-t-on surnommé la Finlande « le pays des mille lacs ». En effet, une portion considérable de sa superficie totale est occupée par d'innombrables lacs communiquant entre eux par des détroits et des rapides; de telle sorte que, vu d'un point un peu élevé, l'intérieur du pays ressemble en bien des endroits à un véritable archipel. De plus, les côtes sont bordées presque partout d'un nombre infini d'îles et d'îlots, très boisés lorsqu'ils sont à proximité du continent, mais le devenant de moins en moins à mesure qu'ils s'en éloignent, et finissant ensuite par n'être plus que des rochers nus et arides contre lesquels se brisent les vagues de la pleine mer.

La Finlande a été peuplée par des tribus *finnoises* venues du centre de l'Asie, qui refoulèrent au Nord, en Laponie, la population aborigène, et aussi par des Scandinaves qui vinrent s'établir le long des côtes du Sud-Ouest. Au moyen âge, elle fut conquise par la Suède, à laquelle elle resta unie pendant plus de six siècles, pour être ensuite réunie comme *Grand-duché* à l'empire de Russie, en 1809, sous le tsar Alexandre I^{er}. Depuis lors, elle a conservé néanmoins une existence politique à peu près indépendante.

L'empereur de Russie est *Grand-duc de Finlande*, et le trône du Grand-duché est indissolublement uni au trône de l'empire. L'organisation politique est celle d'une monarchie constitutionnelle. Le pouvoir législatif s'exerce collectivement par l'Empereur et Grand-duc et par la Diète. Enfin, dans l'exercice du gouvernement de la Finlande,

l'Empereur et Grand-duc a pour auxiliaires le Sénat, le Gouverneur-général et le Secrétariat d'Etat.

Le grand-duché de Finlande occupe une superficie de 373 600 kilomètres carrés et compte environ 2 300 000 habitants, dont près des $\frac{6}{7}$ sont de langue finnoise et $\frac{1}{7}$ de langue suédoise. On y compte 36 villes et 6 bourgs.

L'agriculture est l'industrie mère du pays; elle occupe 80 % de la population. Selon une évaluation approximative, à peu près 55 % des terres appartiennent aux paysans, au nombre de 111 000; 38 % appartiennent à l'Etat; 6 % à la noblesse et 1 % aux villes et aux églises.

Le mode de culture le plus généralement pratiqué est l'assolement de deux ou trois ans; de sorte que chaque année une partie de la terre reste en friche. Ce n'est qu'assez récemment qu'une méthode rationnelle de rotation des récoltes a été introduite sur plusieurs grands domaines. Quant au système primitif de défrichement par l'incendie des forêts, il est encore pratiqué dans quelques provinces de l'Est. L'emploi d'instruments d'agriculture perfectionnés, de machines agricoles et d'engrais artificiels, tend maintenant à se généraliser même chez les paysans. En outre, l'étendue de terre cultivée augmente, d'année en année, par l'abaissement du niveau des lacs et le dessèchement des marais.

Les différentes cultures sont : le seigle, qui est très bon et recherché comme semence dans les pays voisins; l'avoine, qui s'exporte en quantité notable principalement en Angleterre; l'orge, le froment, les pommes de terre, les plantes potagères, le lin, le chanvre, etc. Toutefois, le pays ne produit pas la quantité de céréales nécessaire à sa consommation, et l'un des principaux articles d'importation est la farine de Russie.

La nature du pays, sa richesse en prairies naturelles et en pâturages ont favorisé le développement de l'élevage des bestiaux. Les produits de la laiterie, et en particulier le beurre, ont de tout temps constitué en Finlande un des principaux articles d'exportation, dont le montant s'est élevé, dans certaines années, jusqu'à 13 millions de francs. En outre, la Finlande tire encore des ressources assez importantes de l'exportation des animaux de boucherie, des chevaux, de la viande, des produits de la pêche et de la chasse.

Les bois occupent le premier rang dans les objets de commerce finlandais. On compte que les 64 % de la superficie totale du pays sont couverts de forêts, dont la moitié environ appartient à l'Etat, soit un total de 131 500 kilomètres carrés. Il est vrai que les 90 % des forêts de l'Etat sont situées tout au nord, dans le gouvernement d'Uleaborg.

Les produits forestiers qui entrent pour la plus grande part dans l'exportation, sont les bois sciés. En 1877, la valeur totale de l'exportation des bois était de 59 millions de francs. Les forêts fournissent en outre une foule d'autres articles de valeur, parmi lesquels la mousse, la poix, le goudron.

L'emploi de la *pâte de bois* pour la fabrication du papier a beaucoup contribué à développer cette branche d'industrie, à laquelle les nombreux cours d'eau (rapides) du pays fournissent à bon marché une énorme force motrice; et le commerce finlandais n'a pas tardé à se créer de nouveaux débouchés pour ce produit, même en dehors de l'Europe.

La plus grande partie des bois sont exportés sous forme de bois sciés, poutres et bois de chauffage. Jusque vers 1870, les bois se sciaient à la main. Maintenant, on trouve à l'embouchure de presque toutes les grandes rivières et sur beaucoup de cours d'eau de l'intérieur, de grandes scieries mécaniques, mues par l'eau ou la vapeur; nous citerons particulièrement les grandes scieries de Kotka et de Björneborg. Des forêts les plus éloignées, les poutres, liées ensemble de manière à former d'immenses radeaux, sont flottées jusqu'aux scieries. Il faut quelquefois jusqu'à deux ou trois ans pour que ces trains de bois parviennent à destination.

L'industrie minière est loin d'avoir la même importance que l'exploitation des forêts, bien que la Finlande soit riche en minéraux, et que ses carrières de granit soient justement renommées. Les carrières de Pytterlahti ont fourni entre autres les matériaux d'un grand nombre des édifices, des monuments, des quais et des ponts de Saint-Petersbourg.

On trouve de beaux porphyres dans l'île de Hoghland; c'est de là que vient le bloc qui recouvre le tombeau de Napoléon I^{er} aux Invalides.

Il y a aussi quelques gisements de cuivre, contenant de l'argent en petite quantité.

L'exploitation des mines de fer est allée en déclinant. En 1858, il y avait encore 16 mines produisant 6 960 000 kilogr.; actuellement, il n'y en a plus qu'une seule, dont la production n'atteint pas même 60 000 kilogr.

Il y a, en outre, un certain nombre de forges et d'usines, comme celle de Crichton, à Abo, qui a livré près de 1 400 bateaux et chaloupes à vapeur. Mais les usines, bien que le nombre en augmente et qu'elles aient réalisé des progrès sensibles pour la quantité et la qualité des produits, sont loin de suffire aux besoins toujours croissants de l'industrie. Aussi, la Finlande importe-t-elle d'Angleterre, de Belgique, de Suède, des machines, des modèles, des bateaux à vapeur, des rails, du matériel de chemins de fer, etc., pour des sommes importantes.

Constatons que, malgré l'abondance de la force motrice, la grande industrie n'a pas encore atteint en Finlande un haut degré de développement. On compte que l'exploitation des mines, l'industrie et les métiers n'occupent, en tout, guère plus de 45 000 ouvriers, et que leur production totale n'atteint pas tout à fait 120 millions de francs.

Nous devons encore citer les industries des tissus, des cuirs, du verre; les fabriques de tabac, les distilleries, les brasseries, etc.

Les échanges de la Finlande avec l'étranger se font pour plus de 70 % au moyen de navires finlandais, dont le total est de 268 000 tonneaux, et dont les excellents équipages sont fournis par la nombreuse population des côtes.

La flotte à voiles tend à diminuer, mais cette diminution est largement compensée par le nombre toujours croissant des navires à vapeur, qui mettent la Finlande en communication directe et rapide, non seulement avec les pays voisins, mais encore avec l'Angleterre, la France, l'Espagne et l'Amérique du Sud.

En 1882, le commerce total avec l'étranger se montait à 287 millions, dont 120 millions pour l'exportation et 167 millions pour l'importation.

En 1888, sur un budget de 42 500 000 francs destinés aux dépenses de l'Etat, 5 millions environ ont été consacrés à l'instruction publique, sans compter les frais de construction des bâtiments scolaires. Aussi l'instruction est-elle très répandue en Finlande; en 1887, on y comptait 930 écoles primaires fixes, dont 210 dans les villes et 720 dans les campagnes.

En outre, il y a plusieurs écoles ambulatoires, entretenues par les communes, et qui séjournent deux ou trois mois dans chaque village à tour de rôle, pour apprendre aux enfants à lire et à écrire.

Les écoles secondaires qui donnent une instruction générale pouvant servir de base aux études universitaires étaient, en 1888, au nombre de 112, dont 56 écoles publiques ou écoles préparatoires particulières de jeunes filles, parmi lesquelles on comptait une école de travaux manuels à Helsingfors, et une école de ménagères, où l'on enseigne tout ce qui concerne un ménage.

L'enseignement supérieur et scientifique est donné à l'université de Helsingfors (Facultés de théologie, de droit, de médecine, de philosophie) qui comptait, en février 1889, 1 703 étudiants, dont 12 femmes.

Citons encore les écoles spéciales supérieures, savoir : l'*Institut polytechnique*, qui prépare des architectes, des Ingénieurs-construc-teurs, mécaniciens ou chimistes, et dont la durée des études est de quatre ans; l'*Ecole militaire*, destinée à former des officiers; l'*Ecole forestière d'Evois*; plusieurs écoles industrielles; 7 écoles de navigation, pour capitaines au long cours, capitaines au cabotage et seconds de navires; 6 écoles de commerce; l'*Institut d'agriculture et de laiterie de Mustiala*, etc.

Par suite de la grande étendue des côtes de la Finlande, la navigation y est d'une grande importance, bien qu'elle soit interrompue pendant l'hiver (1), ou, dans les circonstances les plus favorables, réduite à un seul port, celui de Hangö. Un grand nombre de bateaux à vapeur desservent régulièrement le pittoresque archipel qui borde les côtes et relie entre elles toutes les villes du littoral, tandis que d'autres parcourent les grands lacs de l'intérieur.

Le canal le plus important est celui de Saima (construit de 1845 à 1857) qui relie le bassin de Saima au golfe de Finlande, dans lequel il débouche près de Viborg. Sa longueur totale est de 59 kilomètres. Le lac de Saima étant à 76 mètres au-dessus du niveau de la mer, on a racheté cette différence de niveau par 28 écluses.

Grâce à ce canal, même les villes de Kuopio et de Joensuu, situées à plusieurs centaines de kilomètres de la côte, sont en communication directe, soit avec Saint-Petersbourg, soit avec Lubeck.

Le canal de Pielis, au nord du Saima, est aussi d'une grande importance.

Le réseau de chemins de fer a une étendue d'environ 1 800 kilomètres; il appartient à l'Etat, sauf un tronçon de 33 kilomètres, aboutissant à Borgå. La Diète de 1888 a voté la construction de 520 kilomètres de lignes nouvelles.

Actuellement, la ligne principale est celle de Helsingfors-Viborg-Saint-Petersbourg. Citons aussi la ligne de Tammerfors à Uleåborg, qui est la plus septentrionale de l'Europe, et sur laquelle on trouve des ouvrages d'art importants, entre autres le pont de l'Uleå, avec son arche de 100 mètres.

Le réseau des grandes routes est à peu près complet, sauf dans le nord. Les routes sont, en général, assez bonnes; mais il n'y a pas de diligences, sauf entre Rättijärvi, sur le canal de Saima, et Imatra. Le transport des voyageurs se fait au moyen de charrettes et de chevaux, que les propriétaires sont tenus de mettre à la disposition des stations de poste, distantes de 15 kilomètres en moyenne.

Les postes finlandaises sont bien organisées et desservent régulièrement les endroits les plus reculés, jusque sous le 70° degré de latitude.

Les télégraphes appartiennent (à l'exception des télégraphes des chemins de fer) à l'Etat russe, qui introduisit le télégraphe électrique en Finlande pendant la guerre de Crimée (1853-55). Toutes les villes, toutes les stations de chemins de fer et beaucoup d'établissements industriels ont leur bureau de télégraphe. Un câble sous-marin va de Nystad à Grislehamn, en Suède, et un autre unit l'île d'Aland au continent. La longueur totale des lignes télégraphiques est actuellement de 4 460 kilomètres.

Vingt-cinq villes sont munies de réseaux téléphoniques en activité, en 1889. Il existe, en outre, plusieurs centres téléphoniques dans les campagnes.

La Finlande a, depuis le 1^{er} janvier 1878, la même monnaie que

l'Union latine, avec cette différence pourtant qu'elle n'a pas adopté le double étalon.

D'après le budget de l'année 1889, le total des recettes s'élève à environ 46 millions de francs, et le total des dépenses à 39 millions 1/2. La dette de la Finlande est relativement minime; elle s'élevait, au commencement de 1889, à environ 68 millions 1/2 de francs.

La capitale de la Finlande, depuis 1819, est la ville d'*Helsingfors*, située sur une presqu'île qui s'avance dans le golfe de Finlande. Elle a une superficie de près de 7 kilomètres carrés et possède plus de 60 000 habitants.

Participation à l'Exposition universelle de 1889. — Le pavillon finlandais, situé dans le parc du Champ de Mars, a été décrit précédemment dans le *Génie Civil* (1). Il contenait un grand nombre d'objets exposés et des documents de toute nature (plans, cartes, photographies, livres) sur la Finlande.

Le commissaire général et le président du comité d'organisation était M. Hjalmar Londen, Ingénieur finlandais, qui a fait une partie de ses études techniques à l'Ecole des Ponts et Chaussées de Paris.

Nous citerons en particulier l'exposition de la Société des touristes de Finlande, qui comprenait une belle carte du grand-duché et deux grandes peintures décoratives.

Parmi les objets exposés, on remarquait des échantillons de poissons les plus répandus dans les eaux finlandaises, des engins de pêche, des échantillons de gibier, oiseaux divers, etc., des fusils pour la chasse du phoque et de l'ours; des renseignements sur l'archéologie et l'ethnographie finlandaises; des objets de tabletterie, de vannerie, et principalement des ouvrages en écorce de bouleau; des tissus et broderies (style finnois), des tentures et draperies, tapis, couvertures, etc., provenant des écoles de tissage; des colonnes monolithes et autres ouvrages en granit; des tôles, outils et instruments en acier pour l'agriculture et l'exploitation des forêts; des planches et bois de construction, des bois coupés pour allumettes, des bois de sapin pour pâte à papier; des cuirs, des peaux, des fourrures, etc.; une machine de chaloupe de 6 chevaux et une machine-torpilleur de 8 chevaux; des pompes; des échantillons d'eaux-de-vie et de liqueurs, etc.

En résumé, la Finlande, loin d'être une province russe de peu d'importance, couverte de neige et de glace durant la plus grande partie de l'année, inaccessible à la culture, habitée par un peuple encore peu civilisé, comme se le figurent beaucoup de gens, qui la confondent avec la Laponie, est au contraire un pays habité par un peuple qui, à force d'indomptable persévérance, a reculé les bornes de la civilisation jusqu'au voisinage de la mer Glaciale. Ce peuple, bien qu'il ait été toujours sous la dépendance de ses puissants voisins, Suédois ou Russes, a su, malgré tout, garder intacte son individualité nationale, et aujourd'hui encore, il possède en propre sa constitution et ses lois et poursuit librement, dans toutes les directions, son développement individuel, à côté du grand empire russe auquel il est uni.

R. GENTILINI,
Ingénieur.

LE MATÉRIEL DE L'INDUSTRIE TEXTILE A L'EXPOSITION

Groupe VI. — Classes 27, 51, 54, 55, 56, 58 et 59.

(Suite².)

MATÉRIEL DE LA FILATURE DE LAINE

(Classe 54.)

En laine comme en coton, longtemps les fils ne se firent qu'à la main. La Flandre et la Picardie furent longtemps les deux seules provinces où l'industrie du filage se trouva concentrée; les produits qu'on y fabriquait, désignés sous le nom de « fils de sayette » servirent concurremment avec ceux de Hollande et de Saxe à l'alimentation des tissages de drap et de tissus de laine ras du pays.

Roland de la Platière nous apprend dans l'*Encyclopédie* que le premier essai d'une mécanique à filer la laine fut dû, en 1755, à un sieur Brisson, mais que cette tentative n'eut pas de succès. En 1780, un Anglais, Price, le même qui importa chez nous les procédés usités en Angleterre pour les apprêts, inventa une machine propre à filer indistinctement le lin, le coton ou la laine; il obtint du gouvernement le privilège exclusif de l'exploitation de sa découverte pendant un temps limité, mais comme il ne put en même temps obtenir de l'Etat un local pour y établir de grands ateliers, il en fut réduit à ne la faire fonctionner que chez lui. C'est encore Roland de la Platière qui nous apprend qu'elle marchait sans engrenages, courroies, cordes, ni poulies, à l'exception des engins établissant la communication entre le moteur et le système mis en mouvement, qu'elle était simple, peu coûteuse, d'une marche douce et égale, occupant 25 fileuses à l'entour d'une conférence de 3 mètres environ de diamètre; un enfant pouvait tourner d'une seule main une manivelle qui imprimait le mouvement à quatre modèles de ce genre, de sorte qu'il y avait cent ouvrières occupées, chacune d'elles filant deux fils à la fois. Mais il ne paraît pas que ce nouvel essai ait été plus fructueux que le premier.

On peut donc dire que, jusqu'au commencement du siècle, le filage de la laine à la main fut seul usité; jusque-là aussi, les opérations de la teinture des tissus présentèrent les plus grandes difficultés, car toutes les pièces d'étoffe, quoique confectionnées autant que possible

(1) Les communications régulières en bateau à vapeur le long des côtes du golfe de Finlande commencent à l'ordinaire à la fin d'avril ou dans les premiers jours de mai, et ne cessent qu'au mois de novembre. Le golfe de Bothnie, dans la partie septentrionale surtout, reste fermé à la navigation deux ou trois mois de plus. Ainsi les villes d'Uleåborg (65° de latitude nord) et de Tornéa (65° 50') ne sont abordables qu'à partir du commencement ou du milieu de juin. Cependant il arrive souvent en hiver que le golfe de Finlande ne gèle pas au delà de l'archipel côtier, de manière que le port de Hangö reste ouvert aux communications pendant toute l'année. Aussi, des bateaux à vapeur entretiennent à l'ordinaire, pendant l'hiver, une communication régulière entre Hangö et l'étranger.

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XIV, n° 23, p. 374.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 46, p. 349.

avec des matières de même provenance, étaient toujours « barrées » et offraient des nuances différentes pour le même bain, résultat qu'on a attribué à tort ou à raison à l'emploi de la salive.

C'est de 1809 à 1810 que naquit à proprement parler la filature mécanique de la laine : on essaya, en effet, à cette époque pour la première fois, le *cardage* et la filature du cardé à la mécanique, innovation due à Douglas et à Cockerill, et on chercha alors à appliquer à la laine peignée le métier *mull-jenny* qui n'était encore utilisé que pour le coton. Les tâtonnements durèrent trois ans, après lesquels l'opinion se propagea qu'on arriverait à quelque résultat avec ces machines.

Pendant ce temps, la Société d'Encouragement mettait au concours le filage de la laine : le prix fut remporté en 1812 par un mécanicien de Reims, le sieur Dobo. Le système de Dobo consistait à carder le peigné obtenu à la main, à laminer par une série d'étrépages sans peignes le ruban obtenu, puis, lorsqu'il n'était plus que douze à quinze fois plus fort que le fil qu'on cherchait à obtenir, à lui faire subir pour le mettre sur une bobine un mouvement de friction destiné à le rouler et à donner de l'adhésion aux filaments, enfin à aller établir la bobine derrière le mull-jenny ou le continu. Ce fut Dobo qui, à cette époque, monta, dans la manufacture de MM. Ternaux et Jobert-Lucas, à Bazancourt, les premières machines à étirer la laine peignée; ce fut encore lui qui édifia plus tard les deux filatures montées à Paris par Richard-Lenoir.

De 1816 à 1819, Laurent Clanlieux et Lasgorseix ajoutèrent successivement à ces machines les peignes qui ne s'y trouvaient pas : le premier commença par inaugurer des peignes à barrettes semblables à ceux employés pour les étrépages à lin; les deux autres inventèrent des peignes montés sur les mailles d'une chaîne à articulation, composés de deux manchons superposés dont les aiguilles pénétraient audessus et au-dessous de la nappe de laine. Quelque temps après, Flintz trouva le peigne à hérissos, à aiguilles plus courtes et plus rapprochées. Toutes ces inventions furent appliquées dans deux filatures créées alors, l'une par Paturle-Lupin, au Cateau, l'autre par le baron de Fourment, à Cercamps.

Les assortiments étaient jusque-là composés de machines qui produisaient des rubans d'un gros volume qu'on recueillait dans des pots de fer-blanc. Villemillot-Huard, filateur à Reims, inventa, à peu près à la même époque, des machines à plusieurs étrépages successifs pour les premiers passages; la laine, sortant des mains du peigneur, fut réunie en quantité de bouts et mise au début du travail sur des cannelles substituées aux pots de fer-blanc.

Le nombre des broches des mull-jenny, qui n'était que de 120, fut successivement porté, de 1832 à 1835, à 160, 200 et 240 : il en résulta une augmentation considérable de production. Un manufacturier de Saint-Quentin, Cordier-Noblecourt, fut le premier en France qui employa alors le *self-acting* pour filer la laine, imitant en cela l'Angleterre, qui avait pris l'initiative de cette application quelques années auparavant; Bruneau, constructeur à Reims, acheta aussitôt deux métiers semblables, en prit les modèles, et en construisit pour plusieurs établissements. Amiens, où déjà quelques manufacturiers avaient en 1823 fait des essais de filage mécanique, vit s'élever quelques filatures. L'Alsace ne débuta qu'en 1838, mais il s'y monta de suite de 30 000 à 35 000 broches : le premier établissement fut fondé par la maison André Kœchlin et Cie, qui en confia la direction à Risler et Schwartz. Roubaix et Tourcoing prirent leur essor dans le même sens.

En 1845, la création du *peignage* mécanique, grâce à l'invention de Josué Heilmann, donna une impulsion des plus grandes à la filature de la laine peignée. On avait bien fait jusque-là quelques essais en ce sens, mais de peu de portée. Le premier, en 1814, Rawle, de Rouen, avait imaginé une cardé à peigner; Godart, d'Amiens, en 1826, l'avait suivi dans le même sens; puis John Collier, concessionnaire des droits de Godart en 1832, avait introduit dans son système plusieurs améliorations. Sellière et Heywood en 1840 inventèrent ensuite la « chargeuse mécanique », qui permit de fournir plus rapidement à cette peigneuse et d'en augmenter ainsi la production et le rendement; Risler et Schwartz, de Mulhouse, y appliquèrent le « peigne étironneur » et d'autres perfectionnements de détail; enfin Pradine, de Reims, fut l'inventeur du peignage continu, innovation des plus importantes, si l'on songe que pour charger jusque-là les peigneuses, on était obligé de les arrêter. C'est à ce moment que Heilmann prit son brevet et fit construire sa machine par la maison N. Schlumberger et Cie, de Mulhouse. Bientôt après, d'autres peigneuses vinrent la concurrencer pour le travail de la laine : Lister et Holden en créèrent une nouvelle, qu'ils firent fonctionner dans un important établissement qu'ils construisirent à Saint-Denis, puis à l'Exposition de 1855 en figura une autre due à l'ingénieur Hector Collet. C'est à cette même Exposition que fut exposé pour la première fois par Mercier, constructeur à Louviers, un assortiment complet pour le travail du cardé.

Dans les deux dernières périodes décennales, on a vu se développer dans des conditions remarquables le travail de la laine cardée et de la laine peignée. En ce qui concerne le premier genre, les assortiments de cardes de petites dimensions, à tambours de bois, ont fait place aux grandes machines à tambours métalliques travaillant une nappe de 1^m 50 de largeur. La division de la nappe cardée en boudins, obtenue primitivement par les peigneurs à colliers, ne se fait plus que par les appareils diviseurs à lanières de cuir, et parfois encore par lames d'acier, d'introduction plus récente, puisque leur première apparition date de l'Exposition de Vienne en 1873. La lame d'acier, qui dès l'abord était fixe, est actuellement, dans certains appareils dont la vogue universelle est la meilleure recommandation, animée d'un léger mouvement alternatif de translation, qui lui assure une action plus régulière, moins d'usure aux parties travaillantes, et supprime l'encrassement des organes diviseurs : le résultat

final est la possibilité d'obtenir, au moyen d'un appareil simple et d'un entretien facile, le maximum de finesse en filature pour des matières de qualité donnée.

Les progrès ont été plus sensibles pour tout ce qui concerne le peigné. Les premières peigneuses, déjà remarquables par la perfection de l'exécution, et la précision de leur fonctionnement, ont été non seulement modifiées complètement dans la disposition générale, le volume des organes et la transmission des mouvements, mais encore ont reçu des améliorations de détail qui ont accru la quantité du travail sans préjudice pour la qualité. En 1867, on n'en avait exposé que quelques-unes : la peigneuse Noble, construite par M. Mercier; la peigneuse Prouvost, d'origine anglaise, et la machine Morel, destinées au travail des laines communes; la peigneuse Lister, exposée par la maison Stehelin, et la machine Schlumberger. Mais en 1878, presque tous les constructeurs exposèrent un type classique auquel ils avaient apporté des perfectionnements qui leur étaient propres. MM. Pierrard-Parpaite et fils, de Reims, envoyèrent le modèle Heilmann; M. Lunier-Bronchard, de Fourmies, la peigneuse Meunier, qui est aussi du même type; M. Hubner, sa peigneuse à coton appliquée au travail de la laine, ce qui fut alors une nouveauté; la maison Vve A. Meunier et L. Mercier, de Louviers, une machine Noble; MM. Platt et Cie, d'Oldham, une peigneuse Little et Eastwood; MM. John Crossley et fils, d'Halifax, une peigneuse Noble, modifiée par MM. Beecroft et Wright.

Il semble aujourd'hui que les efforts des inventeurs, après s'être portés exclusivement sur les machines de peignage, filature ou cardage, s'accroissent du côté du traitement et de l'appropriation plus parfaite des matières premières. Ainsi par exemple, l'industrie du *lavage* a été dotée tout récemment de divers types de machines plus ou moins originales pour le dégraissage, le rinçage, le séchage, l'épilage chimique et le désacidage des laines; toutes concourent au même but : l'obtention d'un produit plus parfait, plus marchand, mieux préparé à subir les transformations ultérieures de la fabrication.

L'une des questions qui ont donné lieu au plus grand nombre de recherches a été celle de l'épilage chimique ou mécanique. Le traitement par le gaz acide chlorhydrique, très séduisant à divers points de vue (simplification du matériel, économie et rapidité de l'opération, suppression des bains acides, de l'essorage, du séchage par lequel débute le carbonisage proprement dit) n'a pas encore reçu la sanction de la pratique, malgré quelques succès isolés où l'on a réussi dans le traitement de matières spéciales, notamment du chiffon et de certains déchets; tous les apôtres du gaz ont rencontré, pour son maniement et pour l'obtention par voie sèche de produits d'une blancheur satisfaisante, de grandes difficultés. Le traitement par voie humide au moyen de l'acide sulfurique dilué a pris au contraire une extension considérable dans ces dernières années, non seulement pour le traitement des blouses et déchets de toute nature, mais aussi pour l'épuration des laines brutes, à tel point qu'on peut considérer comme tout à fait irréprochables les produits obtenus.

Enfin, à côté de ces méthodes chimiques sont venus se ranger plusieurs procédés ou appareils mécaniques plus spéciaux au peignage, créés en vue de préparer la matière première avant son passage à la cardé, de manière à assurer l'élimination plus complète des matières végétales qui s'y trouvent mêlées, tout en réduisant à son minimum le déchet ou blousse. Ces machines reposent sur un principe élémentaire et éminemment logique : étrépage des fibres laineuses pour mettre à nu les matières végétales, puis broyage ou désaggrégation de ces dernières par un passage entre des surfaces très rapprochées et convenablement disposées; l'élimination des impuretés désagrégées se fait ultérieurement et se complète au peignage proprement dit.

Comme on le conçoit bien, des perfectionnements du genre de ceux que nous venons d'énumérer ont apporté une influence salutaire sur le développement de l'industrie lainière en France. En 1829, on ne comptait chez nous que 240 000 broches; en 1844, nos manufactures ne possédaient pas moins de 600 000 broches; en 1847, le nombre des broches arrivait au chiffre de 750 000; à celui de 800 000 en 1850; de 900 000 en 1854, et de 1 million environ en 1862. Aujourd'hui, en compulsant les divers annuaires statistiques publiés ces dernières années par le Gouvernement, nous arrivons aux chiffres suivants :

Années.	Broches actives.	Broches inactives.	Total.	Proportion % des Broches inactives.
1873. .	2.648.063	250.866	2.898.929	9 »
1874. .	2.710.931	244.208	2.955.139	8.3
1875. .	2.697.283	271.239	2.969.522	9.2
1876. .	2.688.813	257.819	2.946.632	8.7
1877. .	2.749.952	257.399	3.007.351	8.5
1878. .	2.675.052	230.354	2.905.406	7.7
1879. .	2.747.262	275.515	3.022.777	9.1
1880. .	2.780.088	257.749	3.037.837	8.5
1881. .	2.852.107	215.352	3.067.459	7 »
1882. .	2.877.340	196.620	3.063.962	6.4
1883. .	2.885.012	212.291	3.097.303	6.8
1884. .	2.862.269	199.799	3.062.068	6.5

La France est du reste le pays qui, dans le monde entier, consomme la plus grande quantité de laine brute; voici quelles sont les quantités moyennes attribuées aux principaux consommateurs d'après le *Board of trade* et publiées par le *Statistical abstract* du 7 février :

France, environ	190.000.000 kilogr.
Angleterre, environ	180.000.000 —
États-Unis, environ	170.000.000 —
Allemagne, environ	170.000.000 —
Russie, environ	80.000.000 —
Autriche, environ	40.000.000 —
Italie, environ	40.000.000 —
	860.000.000 kilogr.

Pour étudier le matériel de la filature de laine qui figurait dans la classe 54, nous aurions pu, pour mettre plus d'ordre dans notre exposé, étudier d'abord les machines préparatoires (laveuses, broyeuses de chardons, peigneuses, etc.), celles propres au travail de la laine peignée et les machines pour la filature du cardé. Mais ces divisions factices ne sauraient qu'embrouiller cet examen rapide et nous amèneraient à répéter plusieurs fois, sans intérêt pour nos lecteurs, les noms des constructeurs qui exposent des séries complètes du matériel lainier. Nous examinerons donc l'ensemble des expositions de chaque constructeur dans la galerie des Machines, en nous arrêtant tout d'abord aux maisons les plus importantes.

Parmi celles-ci, notons tout d'abord la *Société des ateliers de construction de Bitschwiller-Thann* (Haute-Alsace) qui exposait tout un assortiment complet en laine peignée composé de dix machines : un gills, deux étirages doubles, un étirage à frotoirs, deux bobinoirs intermédiaires et finisseurs (l'un des bobinoirs pour bobines cylindriques, l'autre pour bobines cylindro-coniques), un banc à broches, deux continus (dont l'un à engrenages et l'autre à tambours) et un self-acting à engrenages. Ces divers outils méritent examen.

Le *gills* (ou étirage en gros) peut être utilisé soit au défeutrage des bobines livrées par les peignages à façon, soit à la préparation de la laine peignée pour les peignages système anglais. Il se construit avec une ou plusieurs têtes ; le porte-système est même ici disposé pour une construction à têtes multiples. Le type exposé est alimenté par râtelier mécanique, permettant de dévider régulièrement les bobines alimentaires ; il est muni d'un compteur.

Les *étirages doubles*, employés généralement pour les mélanges de peigné en écru ou en couleurs, se construisent avec ou sans frotoirs, suivant le genre de laines qu'on travaille ou leur degré de défeutrage. On a appliqué aussi aux types exposés les râteliers mécaniques (verticaux et horizontaux) pour avoir un dévidage régulier des bobines alimentaires, et on les a de même munis d'un compteur. Les doublages y varient de 8 à 18.

L'*étirage à frotoirs* (bobinoir en gros), le *bobinoir intermédiaire* (pouvant servir d'avant-finiisseur) et le *bobinoir finisseur* sont des machines employées pour préparer les mèches de laine peignée entre les gills et les self-actings en fin ou les continus (on emploie ordinairement de 5 à 9 passages, suivant la finesse des laines et des numéros qu'on veut obtenir). Le bobinoir finisseur (à bobines cylindro-coniques) n'est usité que dans certains rayons, beaucoup de filateurs se servant comme finisseurs des bobinoirs intermédiaires à double mèche pour la facilité des levées qui peuvent se faire pendant la marche, et afin d'avoir deux mèches par bobine alimentaire au self-acting ou au continu. Dans les types exposés, tous les organes étireurs sont construits de manière à pouvoir s'écarter à volonté avec un ou deux rangs d'enfonçeurs ou de cylindres alimentaires, les frotoirs peuvent se tendre à volonté par les supports mobiles ; les pressions sont à ressorts et disposées de façon à pouvoir se soulever séparément ou toutes ensemble pendant l'arrêt.

Le *banc à broches* n'est usité que pour certaines laines communes n'ayant pas beaucoup de « crochet » et préparées pour de gros numéros qu'on file facilement sur le continu lorsqu'elles ont une légère torsion. Le modèle exposé est à broches brisées, permettant de rapprocher le bout de la broche aussi près que possible du cylindre étireur ; le porte système est semblable à celui d'un bobinoir ordinaire pour laine commune, sans frotage, celui-ci se trouvant suppléé par la petite torsion que donnent les ailettes.

Des deux *continus* à filer exposés, le plus remarquable est celui à broches à engrenages. Le pignon de broche s'y trouve entièrement indépendant du coin qui l'entraîne pendant l'arrêt de la broche par l'ouvrier (brevet Peters) ; des ressorts, qui agissent directement sur les cylindres étireurs, adoucissent le laminage ; les cylindres de pression du deuxième et du troisième étireur sont remplacés par de petits cylindres cannelés qui évitent le glissement des mèches fines ; en outre, grâce à la disposition spéciale de la commande générale, on peut donner, suivant le besoin du fil, plusieurs vitesses de broches, et rendre indépendantes les commandes de chaque côté du continu. Le système des broches à engrenages est plutôt préféré pour les laines à celui des continus à cordes, la grande distance entre la pointe de la broche et le cylindre étireur évitant les « mariages » qui, avec cette grande aiguillée, se produisent si souvent sur ces derniers, en raison de la disposition spéciale des guide-fils et de l'arrivée perpendiculaire de la mèche livrée par l'étireur.

Enfin le *self-acting* exposé est à têtes Platt, avec commande des broches par engrenages et chariot parabolique (la même maison construit des têtes Platt-Parr-Curtis et commande des broches par cordes avec tambours horizontaux ou verticaux), et le régulateur du secteur y est du système Grilly.

Une exposition d'ensemble également remarquable était celle de MM. *Alexandre père et fils*, d'Haraucourt (Ardennes) ; elle comprenait une cardé simple avec diviseur à lanières et à quatre tabliers, une cardé double avec chargeuse et peseuse automatiques, un bobinoir à fil croisé et à bobines coniques, et une effilocheuse.

Le *diviseur à lanières*, appliqué à la cardé simple exposée par cette maison, est l'un des appareils sur lesquels il y a lieu d'attirer l'attention. Il a en vue le travail des laines communes et difficiles à froter, genres en général très faciles à carder, mais ne donnant pas de production, parce que, pour donner aux fils assez de consistance en séjournant plus longtemps sous les manchons frotteurs et pour éviter les mariages, on est obligé de ralentir la vitesse de ces manchons et de diminuer la vitesse du peigneur. Le diviseur obvie à ces inconvénients ; en voici la description (fig. 1 et 2) : en P est le peigneur, en AA les cylindres tendeurs de lanières entre lesquels passe la mouseline sortant du peigneur, en BB les cylindres diviseurs, et en CDEF

les cylindres de retour qui amènent sous leurs manchons frotteurs respectifs le quart des fils par chaque jeu de lanières. Cet appareil a 4 jeux de lanières et autant de paires de manchons frotteurs ; il y a donc sous ces derniers une distance de 3 fils entre chaque fil froissé, ce qui permet de donner à ces manchons une très grande course sans

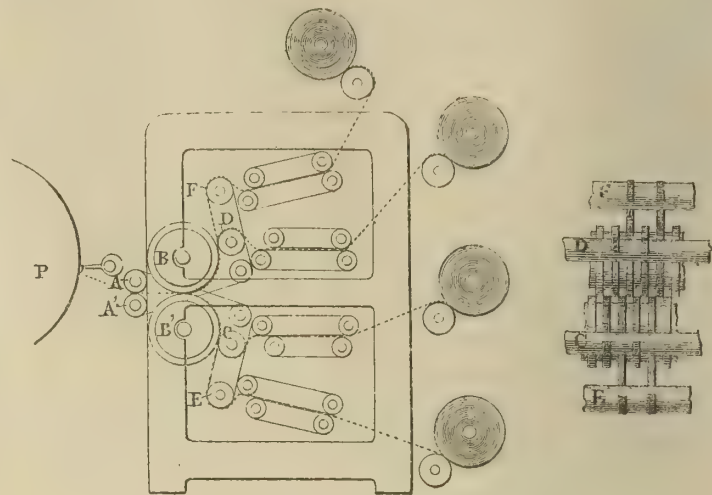


FIG. 1 et 2. — Diviseur à lanières pour cardé simple.

craindre des mariages. On peut avec lui plus que doubler le nombre des fils et augmenter beaucoup la production ; le travail est en outre facilité, car, à cause du grand nombre, on peut obtenir des bobines de fils beaucoup plus fins.

La cardé double du même constructeur est munie d'un autre appareil, assez curieux, la *chargeuse-peseuse* automatique. Il a pour but de charger la laine à la cardé en pesées réglées par avance, en alimentant régulièrement une balance automatique de laine bien éparse et non étendue en nappe. En voici la description (fig. 3) : la caisse con-

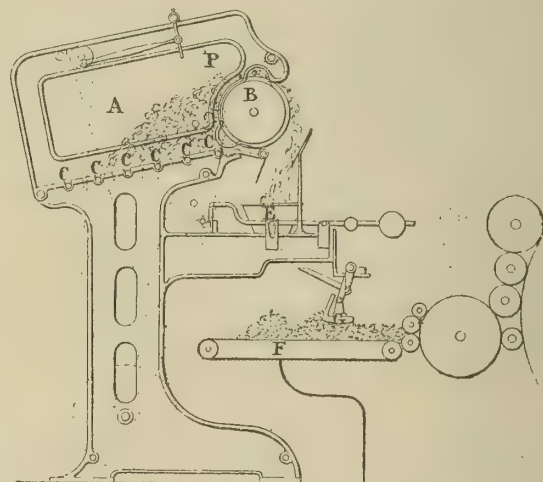


FIG. 3. — Chargeuse-peseuse automatique pour cardé double.

tenant la laine se trouve en A ; des rouleaux C amènent le textile au cylindre B ; ce dernier est composé de douves polies en fer formant enveloppes et laissant entre elles un petit espace vide de 4 à 5 millimètres pour laisser passer les dents des barrettes, et de barrettes dentées qui se déplacent par un mouvement d'excentrique combiné de façon que les dents soient sorties entièrement de l'enveloppe du cylindre quand elles entrent dans la caisse remplie de laine ; ces dents entraînent des mèches en trop grande quantité, mais le peigne P, qui doit régulariser la charge, rejette le trop-plein dans la caisse. Lorsque les dents ont dépassé le peigne de 15 centimètres, elles rentrent sous l'enveloppe, et le cylindre redevenant lisse, rien ne retient plus la laine qui tombe de son propre poids, sans le secours d'aucun autre organe, dans la trémie E montée sur les bras d'une romaine ; quand le poids est obtenu, la trémie s'abaisse et toute la machine s'arrête jusqu'à ce que l'alimentaire ait terminé sa révolution ; à ce moment, la trémie tourne sur son axe et déverse sa pesée sur la table F de la cardé ; aussitôt remise en place, la machine reprend son mouvement pour commencer une nouvelle pesée. La pièce G, qui est animée d'un mouvement oscillant, égalise la laine sur la table. Cet appareil est utile à tous les assortiments, mais surtout lorsque, au lieu de nappes, on produit des rubans pour alimenter les autres cardes. A noter en passant que les travailleurs des cardes de cette maison sont en acier, plus légers par conséquent que les travailleurs de fonte ou de composition, souvent tellement lourds, surtout pour les grandes largeurs, qu'ils ne sont pas manœuvrables.

ALFRED RENOUARD,
Ingénieur-expert.

(à suivre.)

LE MATÉRIEL DE LA NAVIGATION ET DU SAUVETAGE à l'Exposition de 1889 (classe 65, groupe VI).

(Suite 1.)

Appareils de sauvetage. — La Manufacture générale de caoutchouc souple ou durci et de gutta-percha pour les sciences et l'industrie, exposait une pompe à air perfectionnée pour scaphandres, qui a cinq corps de pompe, dont les trois plus grands sont destinés à refouler l'air à un ou plusieurs plongeurs tandis que les deux autres servent à rafraîchir les corps de pompe et les récipients d'air qui alimentent les plongeurs. Lorsqu'on veut la transformer en pompe à incendie, on se sert des trois corps principaux seulement. En outre, les deux volants, qui sont en fer, peuvent être instantanément transformés en roues. Un galet tournant, mobile, peut au besoin s'adapter rapidement à l'un des côtés du fond et former un chariot à trois roues pouvant être facilement conduit par un seul homme.

Cette manufacture exposait aussi des vêtements pour plongeurs et mineurs, des appareils à feux de cale ou de cave, permettant de traverser les flammes et de respirer dans la fumée. Ils sont en amiante, ainsi que les gants; un masque en mica préserve les yeux. Ceux qui revêtent ces costumes sont alimentés d'air par une pompe spéciale.

La Société des spécialités mécaniques exposait des appareils plongeurs, des appareils respiratoires pour pompiers et professions insalubres, des pompes et vêtements pour plongeurs, etc.

Le descenseur à mouvement de va-et-vient, adopté par le corps des sapeurs-pompiers de Paris, était représenté par deux modèles : le frein simple à lunette qui permet de l'appliquer à un point quelconque de la corde, et le frein double à crochets glissant sur la corde qui y reste emprisonnée.

Citons encore le descenseur Gugumus et le descenseur automatique à frein régulateur de vitesse système A. Evrard, qui est un appareil sûr et pratique.

Plusieurs types d'échelles de sauvetage étaient exposés sur le quai :

1° L'échelle française indépendante, mécanique et articulée, qui se manœuvre en 40 secondes et dont les rampes se replient; une chaîne manœuvrée par une sorte de treuil sert à faire monter les échelles les unes au bout des autres;

2° L'échelle Gugumus, pourvue d'un sac cylindrique pour sauver les personnes;

3° L'échelle-ascenseur, qui est à coulisses et peut rapidement être développée de toute sa hauteur. Un ascenseur en fer et bois et entouré d'un garde-fou sert de corbeille de sauvetage; un frein placé à l'arrière sert à régler sa descente;

4° Une autre échelle de sauvetage et d'attaque d'incendie, imaginée par M. Draullette, officier au régiment des sapeurs-pompiers de Paris.

La Compagnie de Fives-Lille exposait une pompe à incendie à vapeur et à trois corps, qui projette en même temps deux jets cylindriques, l'un de 23 et l'autre de 30 m/m, ce dernier atteignant une hauteur verticale de 40 mètres et une portée horizontale de 45 à 50 mètres. Cette pompe aspire aisément à 6 m 30 de hauteur verticale et le débit dépasse 2 000 litres par minute.

La maison Thirion exposait de nombreuses pompes à incendie, pompes locomobiles, pompes sur brouettes ou sur brancards, etc. Les pompes à incendie à vapeur les plus puissantes débitent jusqu'à 4 800 litres par minute, en développant une puissance de 80 chevaux. La hauteur du jet lancé verticalement par temps calme est de 55 mètres; lancé horizontalement, il atteint 60 mètres. Le bateau-pompe de la Chambre de commerce du Havre a un débit de 700 mètres cubes à l'heure pour l'épuisement et de 180 mètres cubes pour l'incendie.

La « Société centrale de sauvetage des naufragés », qui a obtenu un grand prix, exposait un grand canot de sauvetage avec tout son armement, destiné à la station de Saint-Guénolé. On sait que cette Société, soutenue par des dons et souscriptions volontaires, a été reconnue d'utilité publique en 1865. Elle a pour but de pourvoir toutes les côtes françaises d'engins de sauvetage perfectionnés permettant aux populations du littoral de secourir les naufragés dans les circonstances les plus périlleuses. Son matériel, d'un prix d'achat et d'un entretien très coûteux, comprenait, au 1^{er} avril dernier, 74 canots de sauvetage et 428 postes de porte-amarres. Manœuvré par des hommes dévoués et exercés, le matériel de la Société a contribué à sauver la vie à 5 368 personnes et à sauver ou secourir 762 navires.

La « Société parisienne de sauvetage », qui a son siège à la mairie du XVI^e arrondissement, exposait le matériel d'un poste de secours.

La « Société des sauveteurs du Havre » exposait deux modèles de canots de sauvetage sur leurs cales de lancement. L'un d'eux, qui est insubmersible, mesure 8 m 54 de long, 2 m 21 de large et 0 m 79 de creux il est muni de 20 caisses à air, borde 12 avirons en couple et peut porter 35 hommes. Le second, mesure 10 m 37 de long, 2 m 52 de large et 1 m 06 de creux; il est muni de 36 caisses à air, borde 10 avirons et peut porter 60 hommes. Cette Société a reçu une médaille d'or.

Nous terminerons la nomenclature des appareils de sauvetage en signalant le canot et radeau de sauvetage combinés qui se trouvaient sur le quai. Ces appareils sont disposés de façon à ce qu'ils puissent être lancés à la mer, du pont d'un navire et sans appareils, dans les cas urgents.

Éclairage. — La maison Sautter-Lemonnier et C^{ie} exposait : le modèle du phare de l'île Mona (île de Porto-Rico), qui est un appareil de 2^e ordre à feu fixe blanc, varié par des éclats de 3 en 3 minutes; un projecteur Mangin de 60 centimètres de diamètre; un moteur à arbre central avec dynamo-triplex, le dernier type de la marine française; des fanaux électriques; des feux de position et de remorquage;

des fanaux colorés pour signaux; une installation complète de fanaux électriques pour navires de guerre; un manipulateur de signaux à touches à cadran pour cuirassé; un avertisseur automatique d'extinction; un système d'éclairage de protection et d'attaque pour cuirassés et croiseurs; des projecteurs à commande directe ou à distance, etc.

La « Société internationale d'éclairage par le gaz d'huile » offrait une exposition assez complète comprenant :

1° Une balise lumineuse à gaz, montée sur pieux à vis : lanterne à feu scintillant rouge, optique de 375 millimètres, consommation de gaz 50 litres à l'heure, intensité de l'appareil 50 becs, portée 14 milles avec feu blanc, réservoir en tôle soudée de 4 mètres cubes de capacité, durée ininterrompue d'éclairage pendant 25 jours.

2° Une bouée lumineuse à queue de 46 mètres cubes de capacité, en tôle soudée, lanterne à feu fixe, optique de 300 millimètres, consommation 40 litres à l'heure, intensité 15 becs, hauteur du feu au-dessus de la flottaison moyenne 6 m 50, portée 10 à 12 milles avec feu blanc, durée ininterrompue 113 jours.

3° Des lanternes de bouées pour balises et feux flottants ou phares;

4° Une pompe automotrice à vapeur pour la compression du gaz;

5° Des fanaux pour feux de port, régulateurs de petite pression, régulateurs accouplés pour les applications des gaz comprimé à de hautes pressions, pour sirènes à air, travaux de mine, etc.;

Le métal Delta. — L'intéressante exposition de la Société du métal Delta comprenait un canot à vapeur entièrement construit avec ce métal et une série d'objets destinés à en faire voir les principales applications à la marine.

Nous rappellerons que cet alliage contient environ 55 % de cuivre, 41 % de zinc, 4 % de fer et divers, qu'il est parfaitement homogène, très résistant, malléable et inoxydable; il se coule, se forge et s'estampe à chaud dans d'excellentes conditions; il se comporte également bien aux diverses opérations suivantes : laminage, étirage, tréfilage, martelage, repoussage et emboutissage.

Le canot exposé mesure 7 m 50 de long, 1 m 50 de large et 0 m 90 de haut; son poids est d'environ 1 200 kilogr.; sa coque, sa membrure, son gouvernail, son arbre et son hélice sont en métal Delta. La grande résistance du métal a permis de réduire sensiblement le poids de la coque et des autres organes. En cas de choc anormal, il se redresse parfaitement bien à froid, grâce à sa grande malléabilité et à son élasticité.

A côté du canot se trouvaient des hélices, des ancres, des chaînes, etc.

Ce métal convient particulièrement au doublage des navires. Plusieurs canots démontables, en métal delta, ont été construits pour la navigation des rivières de l'Afrique centrale, de préférence aux coques en acier qui s'oxydent trop rapidement.

Le dernier canot construit, le *Nyassa*, qui mesure 6 m 40 de long sur 2 m 15 de large et 0 m 91 de creux, a été démonté en trois parties pour être plus facilement transportable; il cale 0 m 41 avec sa machine et sa chaudière à bord. Cinq torpilleurs démontables en métal Delta ont été construits pour le gouvernement russe qui les destine au service des rivières.

Le métal Delta conservant longtemps son brillant et ne demandant que peu d'entretien, on commence à l'employer dans l'artillerie pour les hausses et autres pièces. A la suite d'essais, ce métal en tubes étirés a été employé pour la construction des refouloirs télescopiques destinés au chargement des projectiles à bord des cuirassés; 16 ont été construits pour le *Marceau* et le *Pelayo*. Ces tubes, qui travaillent à 80 atmosphères ont été éprouvés à 120.

Cette exposition comprenait aussi une torpille « Légi », nouvelle torpille remorquée, due à un Ingénieur français. Elle est entièrement construite en métal Delta; elle a la forme d'un poisson, est très légère, navigue bien, et peut passer en dessous des filets Bullivant dont les cuirassés s'entourent pour se protéger contre les torpilles lorsqu'ils sont au mouillage. Elle a été essayée avec succès en Angleterre.

Enfin le métal Delta peut fournir à la marine un excellent métal à canon. Il résulte d'expériences faites au Havre par le service d'artillerie de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, que la limite d'élasticité de ce métal est de 85 kilogr. par millimètre carré, tandis qu'elle n'est que de 4 à 5 kilogr. pour le bronze à canon.

(A suivre.)

Cap^{me} L. MULLER.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Après la clôture. — En raison de l'avancement des travaux de démolition entrepris au Champ de Mars, les directeurs généraux ont décidé la fermeture totale et définitive de l'Exposition. Dès dimanche soir, 1^{er} décembre, la mesure qui permettait encore aux visiteurs l'accès de plusieurs parties de l'enceinte générale moyennant un ticket d'entrée, a cessé d'avoir son effet, et, depuis lundi, seuls les porteurs de cartes ou de jetons de service sont admis à pénétrer dans le Champ de Mars.

Du 7 novembre, lendemain de la clôture de l'Exposition, au 1^{er} décembre inclus, jour de la fermeture définitive, il y a eu 117 376 entrées avec tickets. Les totaux journaliers de ces entrées, après avoir varié du 7 au 30 novembre entre 13 000 et 4 000, sont ensuite tombés, pour les jours de la semaine, à environ 3 000. Finalement leur moyenne n'était plus guère que de 2 000 tickets par jour (1 668 le 30 novembre), sauf les dimanches, où leur nombre se relevait sensiblement; ainsi le nombre des entrées avec tickets a été de près de 8 000 le dimanche 24 novembre, et de 6 054 le dimanche 1^{er} décembre.

Nous rappellerons que depuis le 1^{er} décembre, la Tour de 300 mètres a fermé ses portes pour ne les rouvrir qu'au printemps.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 3, page 84.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 4 novembre 1889.

Physique. — Sur la vitesse du vent au sommet de la tour Eiffel. Note de M. ALFRED ANGOT, présentée par M. Mascart.

Les trois premiers mois d'observations météorologiques faites au sommet de la tour Eiffel ont fourni des résultats très intéressants; l'auteur, dans cette note, indique seulement ceux qui concernent la vitesse du vent.

Cette vitesse est mesurée et enregistrée, à chaque instant, au moyen d'un anémomètre-cinémographe de MM. Richard frères, dont le moulinet est à l'altitude de 303 mètres au-dessus du sol. Un instrument identique est installé sur la tourelle du Bureau central météorologique, à 21 mètres au-dessus du sol et à une distance horizontale d'environ 500 mètres de la tour. Jusqu'au 1^{er} octobre, on a obtenu en tout 101 journées complètes d'observations sur la tour. Les variations diurnes de la vitesse du vent, calculées pour chaque mois séparément, suivent absolument la même loi, et l'auteur en donne dans cette note la moyenne par heure vis-à-vis de celle obtenue au Bureau central météorologique.

Le tableau des moyennes ainsi établies pour toutes les heures d'un jour complet montre déjà que la moyenne générale pour 101 journées d'observation a fourni au sommet de la tour une vitesse du vent de 7^m05 et de 2^m24 pour le Bureau météorologique. Soit pour le sommet de la tour une vitesse trois fois plus grande.

Au Bureau météorologique, comme dans toutes les stations basses, la variation diurne de la vitesse du vent présente un seul minimum, au lever du soleil, et, un seul maximum, à une heure de l'après-midi; elle est donc tout à fait analogue à la variation diurne de la température.

Dans les stations élevées, au contraire, la variation diurne de la vitesse du vent est sensiblement inverse, comme on l'observe, en effet, dans toutes les stations météorologiques (Puy-de-Dôme, Pic-du-Midi, Santis, Ober, Sonnblick, etc.). Il est très remarquable que cette inversion soit déjà manifeste à une hauteur relativement faible comme celle de la tour Eiffel. Le minimum diurne de la vitesse du vent s'y présente, en effet, vers dix heures du matin et le maximum vers onze heures du soir.

Cette inversion est encore mise plus nettement en évidence par la variation du rapport des vitesses au sommet de la tour et près du sol; car ce rapport, qui est constant et égal à 5 entre minuit et cinq heures du matin, baisse rapidement et devient égal à 2 vers dix heures, et conserve cette valeur jusque vers deux heures ou trois heures du soir, puis il remonte régulièrement jusqu'à minuit.

Un autre point qui mérite d'être signalé tout spécialement, c'est que la vitesse du vent à 300 mètres est beaucoup plus grande qu'on ne le suppose d'ordinaire; pour 101 jours d'été, la moyenne dépasse 7 mètres par seconde. Sur 2516 heures d'observation comprise dans cette période, la vitesse du vent a été pendant 986 heures, soit pendant 39 % du temps, supérieure à 10 mètres. La connaissance de ces valeurs présente un grand intérêt pour les études relatives à la navigation aérienne.

Chimie. — 4^e Sur le phényl-thiophène. Note de M. ADOLPHE RENARD.

Dans cette note, M. Renard donne la préparation du phényl-thiophène, qui se présente à l'état de puré, sous forme de paillettes blanches, brillantes, d'aspect gras, fusible à 170°, facilement sublimable, bouillant vers 330°. Il est peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool bouillant, très soluble dans la benzine, l'essence de pétrole, le chloroforme, le sulfure de carbone, moins soluble dans l'éther. Il donne avec l'isatine et l'acide sulfurique concentré une coloration bleue et avec le phénanthrène-quinone et l'acide sulfurique une coloration verte.

Les résultats de l'analyse concordent avec la formule $C^{10}H^8 - C^8H^4S$.

Oxydé par l'acide chromique en solution acétique, il donne de l'acide benzoïque.

Avec le brome il forme le dibromo-phényl-thiophène $C^8H^4Br^2 - C^8H^4Br^2S$.

Avec l'acide nitrique il fournit le dinitro-phényl-thiophène $C^8H^4(AzO^2)^2 - C^8H^4(AzO^2)^2S$.

Avec l'acide sulfurique il donne lieu aux phényl-thiophène-disulfonique et phényl-thiophène-tétrasil-

fonique répondant respectivement aux formules suivantes: $C^{10}H^8(SO^2H^2)^2S$ et $C^{10}H^4(SO^2H^2)^4S$.

2^e Recherches sur la digitaline et sur la tanghinine. Note de M. ARNAUD.

M. Arnaud a indiqué précédemment les propriétés caractéristiques de la digitaline pure, considérée comme une espèce chimique définie, dont la formule est encore indéterminée. L'analyse élémentaire ne suffisant pas pour établir celle-ci, il s'est attaché à préparer un dérivé permettant d'arriver à un tel résultat par la connaissance du poids atomique, et pour cela, il s'est attaché à l'étude de l'action de la baryte. Ses recherches lui ont permis de remarquer l'analogie qui existe entre la digitaline et la tanghinine, sans cependant que ces deux produits puissent être confondus en un seul.

L'état actuel de nos connaissances chimiques, dit en terminant M. Arnaud, ne permet pas de voir les relations qui existent certainement entre des corps complexes, à molécules élevées, tels que la digitaline, la tanghinine et le groupe des glucosides, qui les accompagnent souvent dans les mêmes végétaux ou dans les espèces voisines; cependant leur action physiologique toute spéciale et du même ordre constitue une réaction caractéristique d'une grande sensibilité, procédant évidemment de dédoublements chimiques ménagés, se produisant dans l'organisme vivant; ces corps, tels que l'ouabaine, la strophanthine, la thevetine, la digitaline, véritables glucosides, conservent aussi des propriétés chimiques communes avec les anhydrides dont il est question; indépendamment de leur composition moléculaire très différente, ils ont gardé la faculté de s'hydrater en donnant des dérivés métalliques sous l'influence des alcalis en présence de l'eau. Ces faits, dans leur ensemble, paraissent indiquer qu'ils dérivent les uns des autres par oxydation ou réduction pendant les actes de la végétation.

Mécanique. — Instrument de mesure des éléments de l'élasticité, par M. PHILIPPS.

M. Philipps met sous les yeux de l'Académie un instrument qu'il a déduit de la théorie du spiral réglant, et qui permet de mesurer simplement et exactement le coefficient d'élasticité et la limite d'allongement élastique de tout corps métallique susceptible d'être étiré en fil. Il présente surtout l'avantage que son emploi n'exige pas, comme les méthodes ordinaires, la mesure de très petites déformations.

L'appareil n'est autre que l'ensemble d'un spiral et d'un balancier comme ceux des chronomètres, mais beaucoup plus grand et dans lequel le ressort spiral est formé de la substance à essayer et se termine, à ses extrémités, par deux des courbes dont M. Philipps a établi la loi et donné des modèles dans son mémoire sur le spiral réglant. Dans les nombreuses expériences qu'il a faites avec cet instrument, la section du spiral était circulaire et avait un diamètre très sensiblement égal à un millimètre.

L'auteur donne ensuite dans sa communication la méthode pour déterminer le coefficient d'élasticité ainsi que les formules qui s'y rattachent, puis la méthode pour déterminer le coefficient d'élasticité.

Les nombreuses expériences qu'il a faites au moyen de cet instrument, se sont toujours accordées très exactement avec les résultats des essais les plus précis faits par d'autres méthodes.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE
du Nord de la France.

Perfectionnements aux métiers renvideurs. — M. NOËL a réalisé dans le métier à filer un notable progrès: il se sert de la contre-baguette pour maintenir le fil pendant la sortie du chariot et faire, entre le fil et l'axe de la broche, l'angle le plus favorable pour filer. Cette idée très simple d'utiliser ainsi un organe existant, a permis de pousser la vitesse de 7 500 à 13 000 tours, d'augmenter la longueur de l'aiguillée de près de 10 centimètres, de redresser les broches presque jusqu'à la verticale, d'éviter complètement les vrilles de filage et de simplifier beaucoup le réglage du métier.

Régulateur double de pression pour le gaz, de M. Féron. — L'appareil imaginé par M. Auguste Féron, pour faire brûler le gaz à très faible pression maintenue fixe, est formé par la réunion de deux régulateurs identiques. Chacun d'eux est établi sur la donnée toute simple du régulateur de Clegg.

Une cloche, plongeant dans un liquide, est soulevée par la pression du gaz lorsque cette pression vient à augmenter, et ce mouvement entraîne celui d'un cône, qui, en s'élevant, diminue la section de passage du gaz.

L'appareil est disposé de telle façon que le gaz traverse successivement les deux régulateurs. La cloche du premier régulateur a le poids qui convient pour que le gaz ne puisse commencer à la soulever que sous la pression maximum de jour, soit 25 millimètres. Dès que cette pression de 25 millimètres est atteinte, la cloche se soulève, le cône est entraîné et ferme de plus en plus la section de passage tant que la pression va en croissant.

En refoulant ainsi dans la conduite tout excédent de la pression de nuit sur les 25 millimètres de la pression maximum de jour, le premier régulateur constitue un barrage soustrayant le second de la manière la plus complète à l'action perturbatrice des excès de pression, ce qui permet l'emploi dans le second d'une cloche assez légère pour faire brûler le gaz à très faible pression, tout en maintenant cette pression fixe.

Or l'expérience montre que c'est en brûlant le gaz à la plus basse pression possible que l'on obtient, avec le moins de dépense, le plus de lumière.

A l'imprimerie Danel, où il est en usage depuis six mois, l'appareil de M. Féron donne d'excellents résultats, tant pour l'éclairage que pour la fonte des caractères, qui exige une température invariable.

BIBLIOGRAPHIE

Le Mexique par F. BIANCONI, Ingénieur géographe. — Chaix, éditeur, Paris 1889.

M. F. Bianconi vient de publier une brochure sur les Etats-Unis du Mexique, dont l'importance n'échappera pas à nos industriels, à nos capitalistes, à nos négociants importateurs et exportateurs, ainsi qu'à nos travailleurs.

Rarement un pays a été décrit d'une façon aussi pratique, aussi claire, aussi précise que l'a été le Mexique par l'auteur des *Cartes commerciales*.

Ce pays, jusqu'ici décrit trop superficiellement par de rares touristes, mais le plus souvent par des romanciers, méritait une attention et une étude beaucoup plus sérieuses. L'époque des fictions est passée; le monde vit aujourd'hui d'affaires et de travail, et, pour entreprendre des affaires et du travail dans de bonnes conditions, il faut étudier les pays, notamment les pays neufs, qui offrent aux hommes entreprenants et travailleurs des éléments de succès qu'on ne rencontre plus aujourd'hui que très difficilement dans notre vieille Europe.

A nos capitalistes, à nos négociants, à nos travailleurs de profiter des données si précises que fournit M. Bianconi sur le vaste et riche territoire du Mexique: leur tâche en sera facilitée par la vive sympathie qui unit le peuple mexicain et le peuple français.

Traité encyclopédique de Photographie, par M. C. FABRE, docteur ès-sciences. — 4 beaux volumes illustrés de nombreuses figures, paraissant le 15 de chaque mois par livraisons de 80 pages, grand in-8°. Tome I. *Matériel photographique*. — 5^e Livraison d'octobre 1889. — Ce fascicule traite de l'essai des objectifs, du temps de pose et du rendement des obturateurs. De plus, il consacre deux chapitres étendus à l'étude des meilleures dispositions qu'il convient de donner aux ateliers et laboratoires photographiques. Enfin, il contient la table des matières du premier volume. — (Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris.) — Souscription aux 4 volumes comprenant 20 livraisons, 40 francs. — Chaque livraison séparée, 2 fr. 50.

AVIS. — L'Administration du Génie Civil se charge de procurer tous les ouvrages indiqués au compte rendu bibliographique. Envoyer le montant en un mandat de poste; le port en sus.

Pour tous les articles non signés:
Le Gérant: MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc

SOMMAIRE. — Travaux publics : Le viaduc de la Souleuvre (*planche XXI*), p. 169 ; CH. JIMELS. — Chemins de fer : Nouvelle locomotive compound Webb du London and North-Western Railway, p. 172. — Mécanique : Étau à crémaillère et à serrage rapide pour le travail des pièces coniques et cylindriques sur machines à fraiser et à raboter, p. 173 ; — Appareil à enregistrer les vitesses des machines, p. 173 ; F. DE SOMER. — Informations : Chronique parlementaire, p. 174 ; — Commission supérieure des Expositions internationales, p. 174 ; — L'industrie du bois au Canada, p. 175 ; — Construction du port de Tunis, p. 175.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889. — Les colonies françaises, p. 176. — Le matériel de l'industrie textile à l'Exposition de 1889 (*suite*), p. 177 ; ALFRED RENOARD. — Échardonnage des laines exotiques, p. 180. — Le matériel de la navigation et du sauvetage à l'Exposition de 1889 (*suite et fin*), p. 181 ; L. MULLER. — Chronique de l'Exposition, p. 183.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séance du 11 novembre 1889, p. 184 ; G. PETIT.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 184.

Planche XXI : Le viaduc de la Souleuvre.

TRAVAUX PUBLICS

LE VIADUC DE LA SOULEUVRE

(Planche XXI.)

La ligne de Vire à Saint-Lô et à Caen, dont une première section (celle d'Aunay à Caen) a été livrée à l'exploitation en 1886 et dont le reste est en cours d'exécution, traverse la région mouvementée du

vait desservir le chef-lieu de canton du Bény-Bocage, et, d'autre part, la dépense concentrée sur le viaduc de la Souleuvre était plus que compensée par la réduction simultanée du cube et du prix des terrassements, conséquence du relèvement du tracé sur une ligne de faite peu accidentée et formée de terrains meubles recouvrant, là seulement, des grès et des schistes métamorphisés très durs ; en outre, les tracés étudiés « par les vallées » traversaient nécessairement une propriété de luxe très importante, dont la dépréciation se serait traduite par une forte indemnité supplémentaire.



FIG. 4. — Viaduc de la Souleuvre. Lancement du tablier métallique.

bocage normand, où l'irrégularité des accidents de terrain, la dureté inégale des roches, compliquent le problème du tracé des chemins de fer et le rendent particulièrement intéressant. A la suite d'études approfondies, au cours desquelles de nombreuses variantes ont été éliminées, l'Administration supérieure, d'accord avec les Commissions d'enquête de la Manche et du Calvados, a fait choix de la solution reconnue par elle la plus favorable au trafic et, en même temps, la moins coûteuse, bien que comportant un ouvrage d'art de dimensions exceptionnelles : seul, en effet, le tracé dit « par les plateaux » pou-

La Souleuvre, affluent de la Vire, coule dans un encaissement profond, dont la section, au passage de la ligne, se rapproche d'un trapèze dont les bases inférieure et supérieure auraient respectivement 80 et 400 mètres, la hauteur 70 mètres ; les plateaux qui y aboutissent sont, de chaque côté, en pente prononcée vers la vallée. Dans ces conditions, le choix s'offrait entre un viaduc entièrement en maçonnerie et un ouvrage avec tablier métallique et poutres droites continues ; la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, qui avait à dresser le projet, a renoncé, par économie, à la première solution, et

a prévu un tablier métallique à six travées, reposant sur des piles en maçonnerie (pl. XXI).

Le viaduc a une longueur totale de 366 mètres. La portée totale de 348 mètres entre les axes des appuis sur les culées, se décompose en deux travées extrêmes de 50 mètres et quatre travées centrales de 62 mètres d'axe en axe des piles.

La voie est installée à la partie inférieure du tablier, dont l'implantation, déterminée par la condition du minimum de dépense, place le rail à 63 mètres au-dessus du fond de la vallée.

Les deux piles principales (n^{os} 3 et 4 en partant de Vire) atteignent 60^m 50 et 61^m 47 de hauteur au-dessus du sol. Ce sont les plus élevées des constructions similaires en maçonnerie. Parmi les piles métalliques construites jusqu'à ce jour, celles du viaduc de la Kinzua, en Amérique⁽¹⁾, les dépassent seules d'une hauteur notable.

En plaçant la voie et la partie supérieure du tablier, on aurait pu réduire de quelques mètres la hauteur des piles; mais il eût fallu augmenter d'autant la profondeur des tranchées ouvertes dans le rocher compact pour établir la plate-forme de montage du tablier et les voies d'accès de cette plate-forme; il en serait résulté une forte augmentation de dépense au lieu d'une économie. Il est superflu d'ajouter que le tablier à voie inférieure offre plus de résistance au vent et plus de sécurité en cas de déraillement.

La section horizontale des piles est rectangulaire. Elles portent à leur partie supérieure un couronnement à forte saillie, ménageant

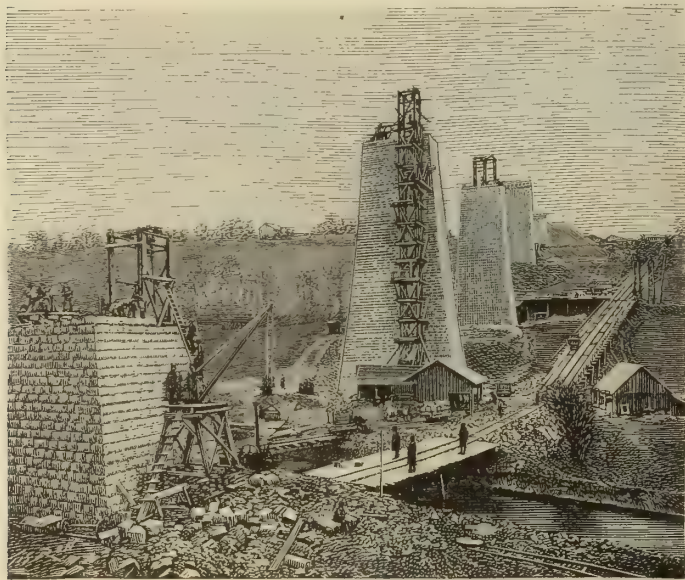


FIG. 2. — Viaduc de la Soulevre. Vue des piles en construction.

un espace convenable autour des appareils de dilatation sur lesquels repose immédiatement le tablier. La hauteur de ce couronnement, y compris les consoles nettement découpées qui émergent individuellement du parement de moellons, est de 2^m 66. Au-dessous des consoles, c'est-à-dire dans sa plus petite section, la pile a extérieurement 8^m 80 sur 4^m 00; au pied de la plus grande pile, ces dimensions sont plus que doublées. L'évasement du fût, du sommet à la base, est réalisé par une série de fruits croissants, régnant chacun sur 5 mètres de hauteur et dont la discontinuité n'est pas appréciable à l'œil; aucune retraite, aucune ligne horizontale ne brise ainsi l'élévation de la pile depuis le sol jusqu'à la table supérieure du couronnement. Toutes les sections horizontales du corps de la pile étant d'ailleurs semblables, les quatre arêtes, qui sont les seules lignes apparentes de cette partie de la construction, sont des lignes planes qu'on peut dégauchir en plaçant l'œil dans un des deux plans diagonaux.

En raison de leur hauteur exceptionnelle, la résistance de ces piles a été calculée en tenant compte des efforts que le vent pourra exercer, tant sur elles-mêmes que sur le tablier et les trains qui y circuleront. La pression maximum, qui n'est que de 8 kilogr. par centimètre carré lorsque le tablier est chargé mais qu'il n'y a pas de vent, peut être portée à 12 kilogr. sous un vent de 270 kilogr. par mètre carré.

Le profil des piles a été étudié de manière à réduire leur cube au minimum, sans dépasser les limites ci-dessus et sans exposer la maçonnerie à aucun effort de traction. Cette condition s'est trouvée remplie avec une approximation plus que suffisante en adoptant pour le gabarit de chaque face une parabole du second degré à axe horizontal; la ligne brisée substituée à cette courbe en exécution a, par suite, ses fruits successifs en progression arithmétique, ce qui simplifie les calculs de résistance et d'implantation. Le fruit initial, au-dessous du couronnement, est de 0,00625 pour les faces transver-

sales à la voie et de 0,01375 pour les faces latérales. Malgré la faiblesse du premier de ces chiffres, l'illusion du surplomb ne se produit pas, probablement à cause du contraste de ce fruit, régnant sur plus de 4 mètres de hauteur, avec la verticale absolue des tailloirs du couronnement, auxquels on a donné intentionnellement une forte épaisseur.

Toutes les piles et culées (pl. XXI) sont fondées directement par des bancs schisteux très durs, mais inclinés à 45° environ, et présentent quelquefois des failles remplies d'argile, au delà desquelles il a fallu descendre la fouille, notamment à la pile n^o 4, qui est la plus profondément enracinée en même temps que la plus haute. Au-dessous du sol, la maçonnerie de parement se continue suivant le profil en élévation jusqu'à la profondeur d'un mètre, pour protéger la maçonnerie brute contre la gelée, à laquelle ne résisteraient pas les matériaux employés; à ce niveau, la pression est réduite par une première retraite suivie d'un fruit très accentué (un tiers) et d'une seconde retraite, celle-ci au niveau du dessus du rocher, en contrebas duquel on maçonne à pleine fouille; la pression sur le sol de fondation ne dépasse guère 5 kilogr. par centimètre carré.

Le cube de la plus grande pile sera de 5600 mètres, fondation comprise, et celui de l'ensemble des maçonneries d'environ 20 000 mètres.

Le corps des piles est construit entièrement en maçonnerie brute et les parements en moellons à bossage, les quatre arêtes du massif étant seules relevées par une ciselure de 0^m 08 de largeur sur chaque face. Les moellons à bossage, dont la saillie sur le plan des arêtes varie de six à dix centimètres et dont la hauteur d'assise décroît de 0^m 40 à 0^m 20 depuis la base des grandes piles jusqu'au sommet, sont en marbre calcaire provenant des carrières de Montmartin-sur-Mer, près de Coutances. La pierre de taille, qui ne figure que dans les couronnements, est en granit de la région de Vire. Tous les mortiers sont faits avec la chaux du Teil et triturés au malaxeur Deville-Châtel, variété de manège dont les meules sont montées sur un arbre fixe et reposent sur un plateau tournant, horizontal, mû à la vapeur. Le sable manquant dans la région, on se le procure en broyant des poudingues très quartzieux qui se rencontrent à proximité (carrière du mont Bény); la même carrière fournit le moellon brut, et aussi le ballast pour la section comprise entre Vire et le viaduc, combinaison qui permet de réaliser une grande économie dans l'exploitation des bancs.

L'approvisionnement des matériaux présentait de sérieuses difficultés; pour éviter des transports ruineux par routes de terre, la compagnie de l'Ouest a commencé par exécuter et munir de sa voie la section de 13 kilomètres comprise entre Vire, et le viaduc. Les moellons de parement, la pierre de taille et la chaux ont été amenés par cette voie, sans rompre charge, jusqu'au bord de la vallée. La ligne est reliée à la carrière fournissant le moellon brut, le ballast et la pierre à sable, au moyen d'une voie à l'écartement de 1 mètre, de 1400 mètres de développement, exploitée avec traction de machines,

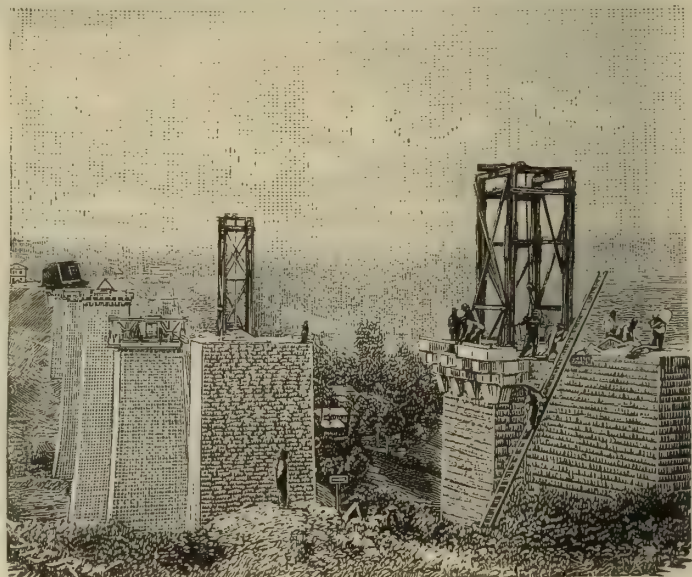


FIG. 3. — Viaduc de la Soulevre. Vue des piles en construction.

et prolongée dans la carrière par un grand plan incliné automoteur. La difficulté du terrain et la nécessité de placer cette voie sur l'accollement d'un chemin de fer de grande communication n'ont pas permis de lui donner l'écartement normal et de la raccorder rail à rail avec la ligne.

C'est au moment du transbordement obligé, sur la ligne principale, du moellon et du ballast, que les déchets de ces matériaux sont convertis en sable au moyen d'un broyeur Loizeau complété par un tamis isolant la gangue argileuse des poudingues sous forme de

(1) Voir le *Génie Civil*, tome III, n^o 5, p. 493.

poussière fine. Un second plan incliné automoteur descend tous les matériaux dans le fond de la vallée. Ceux de la pile n° 5 et de la culée Saint-Lô sont remontés sur le coteau opposé au moyen d'une voie Decauville de 0^m50 de largeur, en rampe de 0^m10, avec traction de chevaux. Le pied de chaque pile est relié directement par des voies, soit au plan incliné, soit au Decauville et, en outre, à l'un des malaxeurs, dont chacun alimente normalement deux piles.

La partie la plus intéressante des installations a pour objet l'élévation des matériaux dans les parties hautes des grandes piles. Jusqu'à 30 mètres environ au-dessus du sol, la pierre est bardée par un monte-charge ordinaire à vapeur dans un pylône en madriers du système Lacroix. Pour les maçonneries exécutées, s'il y a lieu, au-dessus de ce niveau, le montage se fait à l'intérieur de la pile, à l'aide d'un appareil semblable à ceux qui sont en usage dans les puits de mines, et comprenant essentiellement une cage guidée (fig. 5 et 6), avec une chaîne enroulée, en bas, sur le tambour d'un treuil à vapeur, en haut sur une poulie supportée par un chevalage. Les guides de la cage consistent, de chaque côté, dans une paire de galets embrassant un montant vertical formé de fers en U posés bout à bout au fur et à mesure de l'avancement de la pile et boulonnés sur des billes de bois encastrées dans la maçonnerie.

Le wagonnet contenant les moellons de toute nature ou le mortier

deux freins à main, consistant dans un levier au moyen duquel une paire d'excentriques ou mâchoires peut saisir et coincer l'un des montants-guides.

Une autre cause d'accident assez fréquente dans ces appareils est le choc de la cage à l'arrivée, soit en haut contre la poulie, soit en bas contre le sol. Dans les descenderies de mines et d'autres monte-charges à course fixe, les points d'arrêt sont généralement signalés au mécanicien par des repères marqués sur la chaîne. Dans le cas qui nous occupe, la course augmente à mesure que la pile monte, et le même moyen ne peut être employé qu'à la condition de changer les repères plusieurs fois par semaine; il est d'ailleurs combiné, sur les chantiers de la Souleuvre, avec l'emploi d'une sonnerie électrique pour commander, du haut de la pile, le départ et, au besoin, l'arrêt. Des signaux optiques sont employés pour demander les matériaux.

Le puits intérieur, réservé dans l'axe de la pile, a une section rectangulaire de 1^m20 x 2^m40, dont les angles sont arrondis. Cette section comprend, outre la place de la cage, celle d'un petit escalier, formé d'une série d'échelles en bois à barreaux plats, de 2 mètres de longueur chacune, assurant le passage du personnel sans interruption du service des matériaux et, au besoin, le sauvetage en cas d'accident au mécanisme.

Le chevalage (fig. 7 et 8) est une légère charpente en fer démontable



FIG. 4. — Viaduc de la Souleuvre. Vue des piles en maçonnerie.

est introduit de plain-pied dans la cage au moyen de la voie qui y aboutit; arrivé au sommet, il est roulé hors de la cage sur des madriers, et demeure en déchargement pendant que la cage descend le wagonnet qui précède et monte celui qui suit. Les grosses pierres de taille des couronnements sont seules montées sans le wagonnet, et pour celles des angles, qui sont les plus lourdes, on supprime la cage et on double la chaîne par mesure de précaution.

Le monte-charge sert également à l'ascension et à la descente du personnel au début et à la fin de chaque reprise du travail; aussi, des dispositions spéciales ont-elles été prises pour la sécurité: un plafond ou *parapluie* en tôle épaisse protège le contenu de la cage contre les moellons qui peuvent tomber du chantier, indépendamment du couvercle en planches qui ferme normalement l'orifice du puits et augmente la surface du chantier. En cas de rupture de la chaîne, la cage est arrêtée dans sa chute par des freins automatiques formés chacun d'une paire de coins métalliques aigus qui viennent mordre sur les parois du puits; ces coins sont solidaires d'un système de leviers interposés entre la chaîne et la cage, et ne sont rabattus normalement que par la tension de la chaîne. En outre de ces freins automatiques, au nombre de deux et indépendants l'un de l'autre, la cage possède

en tronçons portatifs assemblés par des boulons. Il repose sur la pile par quatre pieds formés chacun d'une paire de vérins d'un mètre de course, et se remonte, de mètre en mètre, au fur et à mesure de l'avancement des maçonneries. A cet effet, lorsque les quatre supports commencent à gêner le travail des maçons, on relève entièrement l'un des vérins de chaque paire, on le cale au moyen de madriers posés sur la dernière assise de la maçonnerie et formant pont sur les parties réservées, puis on manœuvre les quatre vérins relevés de manière à faire monter le chevalage, qui entraîne les autres vérins; ceux-ci étant dégagés, on peut travailler dessous et terminer les assises interrompues. On procède, et la disposition des pieds le permet, de manière que les sutures ainsi opérées ne se trouvent pas superposées, mais se découpent suffisamment pour assurer une bonne liaison.

Le chevalage peut être couvert de manière à abriter les maçons contre la pluie. Il supporte, en outre, une passerelle de service ou *chemin de ronde* muni d'une clôture en planches, et permettant de circuler en sûreté tout autour de la pile, à deux ou trois assises en contrebas du niveau d'avancement. Cette disposition offre de sérieux avantages: elle facilite l'exécution de la maçonnerie de pare

ment, augmente le nombre des ouvriers pouvant travailler sur la pile, procure une sécurité complète et permet une surveillance efficace de tous les détails. Un dispositif très simple maintient le chemin de ronde appliqué contre les quatre faces de la pile à mesure qu'en montant la section diminue.

Le système, dans son ensemble, fonctionne de la manière la plus satisfaisante; il assure un débit de matériaux plus que suffisant pour

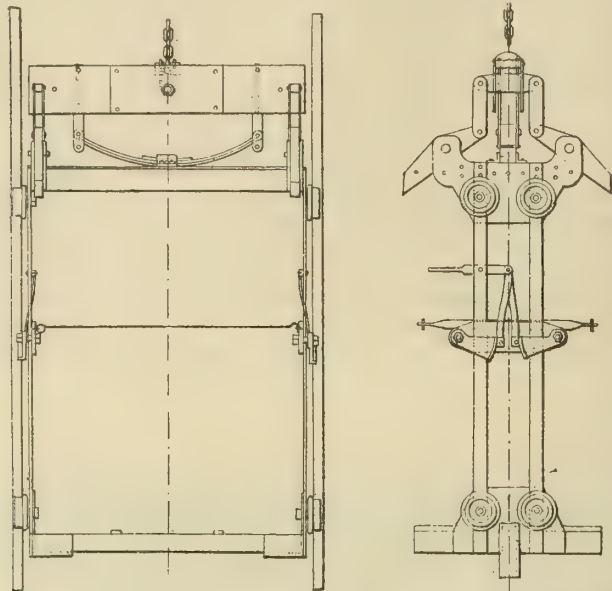


Fig. 5 et 6. — Viaduc de la Soulevre. Élévation longitudinale et élévation transversale de la cage pour l'élévation des matériaux.

servir sans interruption tous les maçons qui peuvent travailler sur une pile. La sécurité ne laisse rien à désirer, car la dernière pile est presque terminée sans qu'il soit arrivé d'accident; plusieurs fois, cependant, la chaîne s'est rompue, mais les freins automatiques ont suffi pour arrêter presque immédiatement la descente de la cage. Un

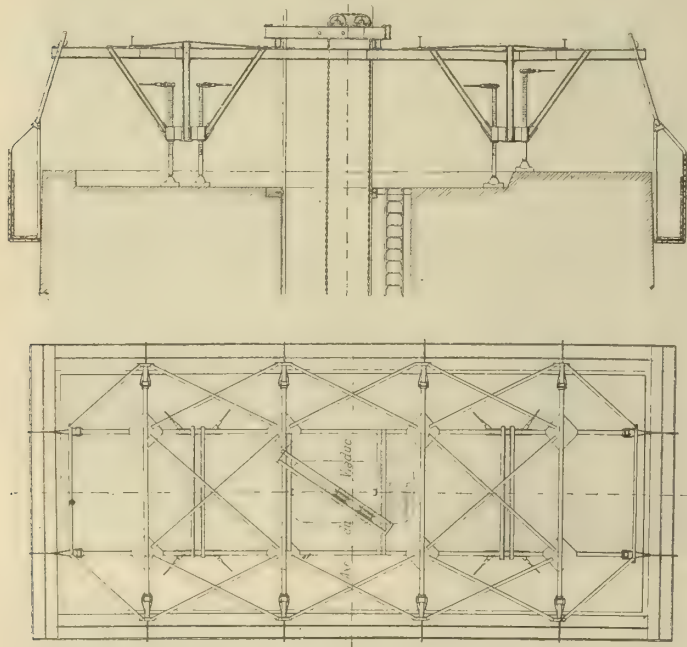


Fig. 7 et 8. — Viaduc de la Soulevre. Élévation longitudinale et plan supérieur du chevalage.

des avantages du système est d'échapper à l'action du vent, contre laquelle il est difficile de défendre un pylône de plus de 60 mètres, à moins d'en faire un véritable monument.

Il est à noter que le vide intérieur a été utilisé même dans les piles dont la hauteur ne motivait pas l'emploi d'un appareil spécial: on s'en est servi pour monter le mortier au moyen d'un treuil à bras, ce qui a permis d'augmenter la puissance d'approvisionnement des monte-charges extérieurs.

Le rejointoiement des parements extérieurs s'exécute sans difficulté, malgré la hauteur, après l'achèvement complet de chaque pile, au moyen d'une passerelle suspendue sur laquelle deux maçons prennent place. Les câbles de suspension, fixés par des crampons au dallage du couronnement, sont manœuvrés au moyen de moules, à la montée et à la descente, par les maçons eux-mêmes, qui s'approvisionnent de mortier par le même procédé. Le montage exigeant assez de force

et de temps, ces ouvriers ne font qu'une reprise par jour, et prennent un repas sur leur passerelle; ils accèdent à leur travail en montant ou en descendant, suivant qu'il se trouve plus bas ou plus haut que le milieu de la hauteur totale de la pile.

(A suivre.)

CH. JIMELS.

CHEMINS DE FER

NOUVELLE LOCOMOTIVE COMPOUND WEBB du London and North-Western Railway.

On sait que les machines express compound de M. Webb sont caractérisées par l'indépendance des roues motrices actionnées, celles du milieu par un cylindre intérieur de détente, celles d'arrière par deux cylindres d'admission extérieurs. Ce dispositif a été adopté afin d'assurer le démarrage sans valves ni tiroirs spéciaux, et pour supprimer les bielles d'accouplement, dont on connaît les inconvénients, tout en

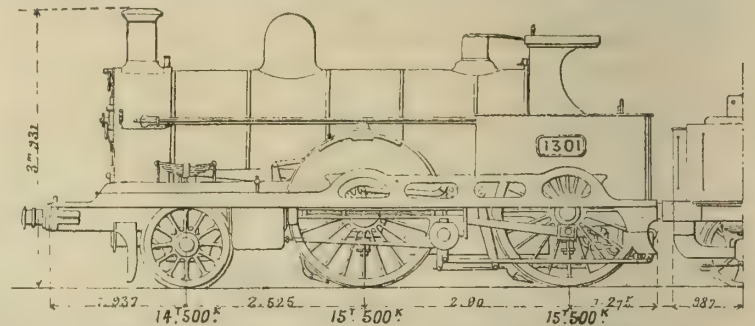


Fig. 1. — Nouvelle locomotive compound Webb du London and North-Western Railway.

profitant des avantages économiques que peut procurer le système compound.

Depuis 1878, M. Webb a successivement créé plusieurs modèles dont on trouvera, dans le tableau ci-joint, les principales conditions d'établissement. En 1884, il mit en service ses premières machines du type Dreadnought, dans lesquelles la surface de chauffe était portée à 126^m 50, le diamètre des roues se trouvant réduit à 1^m 90, tandis que le diamètre des roues porteuses, dont l'essieu était reporté à l'arrière du grand cylindre, passait de 1^m 067 à 1^m 140; les cylindres étaient agrandis proportionnellement. Ces machines sont destinées à remorquer des trains plus lourds que celles de la série précédente et sur des lignes d'un profil plus accidenté.

Enfin, cette année, il a créé un nouveau type: « Teutonic class » (fig. 1), semblable au précédent, avec cette différence que le diamètre des roues motrices a été porté à 2^m 160. Il a été mis en service deux machines de ce modèle, destinées à assurer le remorquage des trains les plus rapides. Sur une de ces machines, le diamètre du grand cylindre a été, pour expérience, diminué d'un pouce.

Le tiroir à basse pression a été muni d'un compensateur et son échappement se fait directement par le dos. Le grand piston porte une contre-tige. Les autres détails sont les mêmes que dans les machines du type Dreadnought.

Nous en résumons les dimensions principales dans le tableau ci-après.

Tableau des dimensions des locomotives compound.

	London and North-Western					
	Compound class	Dreadnought class	Teutonic class	Metropolitan	Marchandises tender	Machine tender à huit roues
Nombre des cylindres	3	3	3	3	3	3
Diamètre des cylindres	0 ^m 330 H.P. 0 660 B.P.	0 ^m 336 0 762	0 ^m 336 0 711	0 ^m 330 0 660	0 ^m 336 0 762	0 ^m 336 0 690
Course des pistons	0 610	0 610	0 610	0 610	0 610	0 437
Rapport des volumes	2 000	2 290	2 000	2 000	2 290	2 230
Surface de chauffe	100 ^m 266	126 ^m 50	130 ^m 200	95 ^m 260	107 ^m 240	107 ^m 240
Surface de grille	1 39	4 85	1 90	4 33	1 60	»
Longueur des tubes	3 ^m 070	3 ^m 430	3 ^m 430	3 ^m 278	3 ^m 450	»
Nombre des tubes	483	225	225	177	198	»
Diamètre du corps cylindrique	1 ^m 249	1 ^m 296	1 ^m 296	1 ^m 180	1 ^m 243	»
Timbre	10 ^k 54	12 ^k 30	12 ^k 30	10 ^k 54	11 ^k 20	12 ^k 70
Hauteur du corps cylindrique au-dessus des rails	2 251	2 ^m 270	2 ^m 383	2 ^m 16	2 ^m 100	»
Diamètre des roues porteuses	1 067	1 440	1 256	0 ^m 880	4 243	»
— motrices	1 084	4 900	2 158	4 752	4 590	»
Empattement	3 360	3 314	3 544	3 336	6 350	»
Poids total à vide	34 ^t 750	40 ^t 300	14 ^t 300	»	43 ^t 500	»
Poids en charge	10 400	14 000	14 000	44 ^t 350	»	»
— avant	14 200	15 000	15 500	18 050	»	»
— milieu	43 450	15 000	15 500	47 450	»	»
— arrière	37 750	44 000	45 000	46 850	55 ^t 000	»
Date de la mise en service	1883	1884	1889	1884	1887	1887

MÉCANIQUE

ÉTAU A CRÉMAILLÈRE ET A SERRAGE RAPIDE

pour le travail des pièces coniques et cylindriques sur machines à fraiser et à raboter.

La rapidité du montage des pièces à travailler sur les machines-outils permet d'obtenir une réduction sérieuse sur les prix de revient dans les grands ateliers. Divers dispositifs sont aujourd'hui en usage à cet effet, et on a remarqué dans la section anglaise à l'Exposition de 1889, un étau à crémailière et à serrage rapide disposé pour le

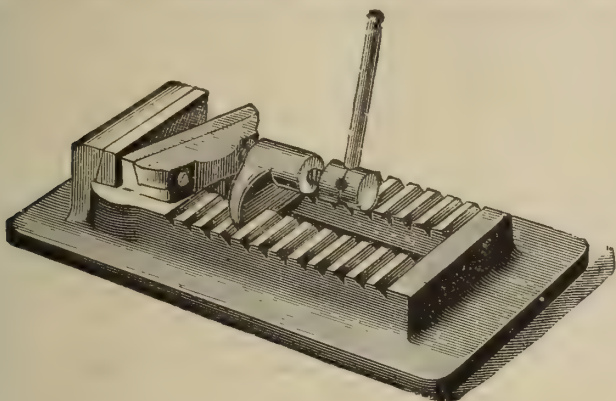


FIG. 1.

travail des pièces coniques et cylindriques sur les machines à fraiser et à raboter.

Cet étau se compose essentiellement d'un bâti en fonte avec une large rainure centrale, des deux côtés de laquelle sont disposées des cré-

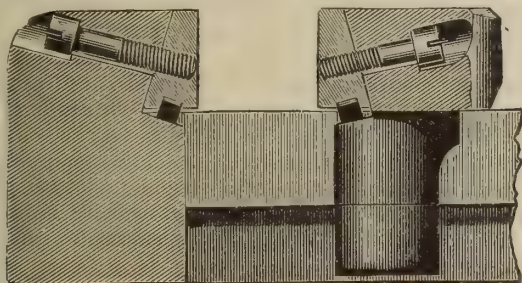


FIG. 2.

mailières à dents inclinées (fig. 1 et 4). Il se fixe sur les plateaux des machines par des boulons, et est terminé par un épaulement contre lequel vient se placer la mordache fixe. La mordache mobile se com-

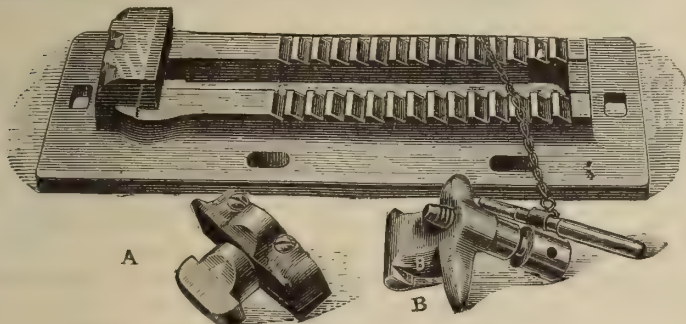


FIG. 3.

pose d'un tenon A (fig. 3), qui peut se déplacer à la main dans la rainure, d'une plaque de serrage, et enfin de la mordache proprement dite, qui se fixe sur cette plaque par des vis (fig. 2). Le tenon s'engage librement dans la rainure, mais lorsque la mordache est dans la

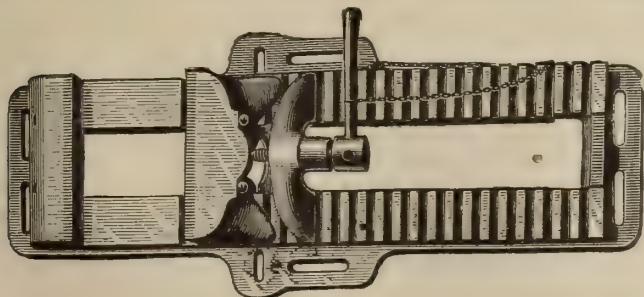


FIG. 4.

position de serrage, les petits ergots inférieurs du tenon l'empêchent de sortir, sans arrêter la rotation de l'ensemble.

Sur le dos de la mordache mobile vient s'appliquer une vis de

pression portée par une douille B (fig. 3), qui est munie d'un ou deux talons s'engageant dans les dents des crémailières.

Les mordaches ont leurs faces intérieures inclinées (fig. 2), ce qui leur permet, au moment du serrage, de prendre un léger mouvement de descente, et d'entraîner la pièce avec elles. La pièce se trouve ainsi uniformément pressée contre le fond, et le travail exécuté sur sa face supérieure se fait bien parallèlement à la face inférieure.

L'appareil supprimant les brides de serrage, cales, boulons, etc., la mise en place s'effectue rapidement. La vis n'est pas exposée à recevoir les limailles. De plus, la pièce peut à volonté se placer dans la rainure, sans avoir à rencontrer la vis comme dans les étaux ordinaires. On se trouve ainsi à même de la travailler sous les mordaches, ce qui ne peut se faire dans un étau ordinaire sans s'exposer à atteindre la vis et à la détériorer.

APPAREIL A ENREGISTRER LES VITESSES DES MACHINES

Cet appareil, qui figurait à l'Exposition universelle dans le groupe VI, se compose de deux disques d'égal diamètre, situés dans des plans parallèles, mais dont les axes sont excentriques l'un à l'autre. L'un des disques est conduit par la machine dont on veut enregistrer la vitesse; l'autre est mis en mouvement à une vitesse absolument

uniforme, au moyen d'un petit moteur électrique que nous décrirons plus loin.

Dans un plan [parallèle à ceux des disques et passant par le milieu de la ligne qui joint leurs centres, se trouve une aiguille montée sur l'axe d'une roue de friction ayant ses points de contact sur les deux disques. Ceux-ci se mouvant en sens contraire et avec des vitesses différentes, font tourner la roue de friction en l'entraînant dans un sens ou dans l'autre par l'effet de la force centrifuge, et l'arc

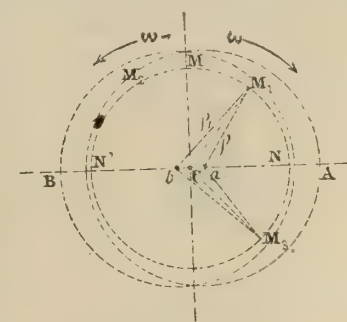


FIG. 4.

décrit par l'aiguille est proportionnel aux différences des vitesses.

Supposons que la roue de friction soit parvenue à une certaine position d'équilibre en M_1 (fig. 4). Appelons V et V_1 les vitesses tangentielles des points de contact des disques, ω et ω_1 leurs vitesses angulaires, et ρ et ρ_1 les rayons respectifs aM_1 et bM_1 . On aura alors :

$$V = \omega \rho$$

$$V_1 = \omega_1 \rho_1$$

Mais $V = V_1$, puisque les points de contact des disques appartiennent à la roue de friction. On a par conséquent :

$$\frac{\omega}{\omega_1} = \frac{\rho_1}{\rho} \quad [1]$$

Il résulte de là que la position d'équilibre de l'aiguille sera celle pour laquelle les rayons vecteurs menés des points de contact des disques à leurs centres respectifs seront dans le rapport inverse des vitesses. Si les disques tournent à la même vitesse, $\omega = \omega_1$ et la position d'équilibre de la roue devra être en M , pour laquelle $\rho = \rho_1$. Si le disque B tourne plus vite que le disque A, on aura $\rho_1 < \rho$, et la roue sera écartée de sa position moyenne M et entraînée dans le sens MM_2 pour lequel les rayons ρ_1 vont en décroissant. Si, au contraire, c'est le disque A qui tourne le plus vite, la roue se dirigera vers M_1 , les rayons ρ_1 allant en croissant dans la région MM_1 .

L'équation précédente montre que le rapport des vitesses ne dépend absolument que du rapport des rayons ρ et ρ_1 , c'est-à-dire de l'angle M_1CA . On a en effet, en appelant C cet angle, $2d$ l'excentricité des disques et r la distance de la roue au centre C :

$$\cos C = \frac{d^2 + r^2}{2dr} \left(\frac{1 - \left(\frac{\rho}{\rho_1}\right)^2}{1 + \left(\frac{\rho}{\rho_1}\right)^2} \right) \quad [2]$$

Si l'angle C est connu ainsi que les quantités d et r , on en déduira le rapport $\frac{\rho}{\rho_1}$ et par suite celui des vitesses $\frac{\omega}{\omega_1}$.

L'appareil a été gradué en se basant sur ces principes. Pour cela, on s'est donné le rapport des vitesses et on a calculé l'angle C par la formule [2]. Les vitesses adoptées ont été réglées de telle sorte que, pour 100 tours de l'un des disques, l'autre en faisait successivement 90, 91, 92, etc., et 101, 102, etc., jusqu'à 110. L'inventeur a dressé une table donnant les diverses valeurs de l'angle C correspondant à ces vitesses. L'instrument porte un cadran, divisé suivant ces angles, sur lequel se font les lectures.

Cet appareil fournit en outre le moyen d'obtenir des diagrammes dans lesquels les déplacements latéraux sont proportionnels aux différences des vitesses. A cet effet, l'aiguille indicatrice est liée par l'intermédiaire d'un levier à une tige portant un crayon et guidée par

un mouvement parallèle. Une vis sans fin montée sur l'axe du disque A transmet son mouvement à un mécanisme d'horlogerie qui fait tourner le tambour sur lequel se déroule le papier enregistreur.

On a vu que la roue de friction occupe une certaine position M_1 quand le disque A tourne à une vitesse ω plus grande que celle du disque B. A ce point M_1 correspond une position symétrique M_3 pour laquelle le rapport des vitesses est le même. Or, à première vue, il ne semble pas évident que cette roue doive prendre la position M_1 plutôt que sa symétrique M_3 , ce qui, dans ce cas, rendrait l'usage de l'instrument impossible. Mais supposons que la position d'équilibre ait lieu aux environs du point M_3 . L'équation [1] montre que lorsque ω va en croissant, ω_1 restant fixe, l'équilibre ne peut avoir lieu que si le rapport $\frac{p_1}{\rho}$ croît aussi, c'est-à-dire si ρ décroît en même temps

que p_1 croît. Or, ceci ne peut avoir lieu quand l'aiguille se dirige vers M_3 dans le sens de la flèche ω , puisque les rayons ρ vont en croissant à partir du point N et les rayons p_1 en décroissant. Par conséquent la roue de friction serait ramenée du point M_3 vers le point M_1 en parcourant l'arc inférieur $M_3N M_1$.

On comprend, d'après ce qui précède, l'importance qu'il y a à avoir une vitesse absolument uniforme pour l'un des disques. On a pu obtenir ce résultat au moyen de la disposition suivante : le moteur qui met le disque en mouvement consiste en deux électro-aimants E (fig. 2) disposés de telle sorte que leurs pôles soient à angle droit. Cha-

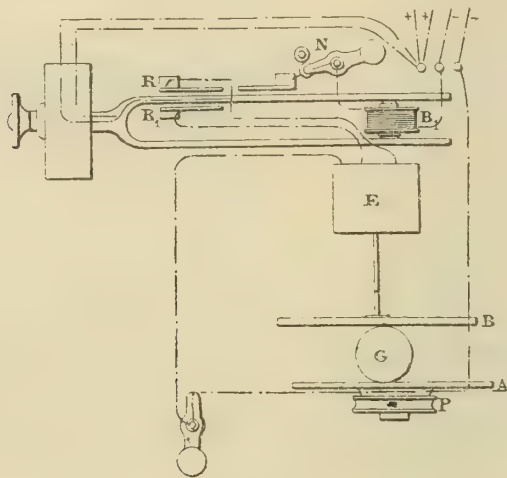


FIG. 2.

cun d'eux a un circuit distinct. Deux des fils aboutissent à l'un des pôles de la pile. Les extrémités des deux autres communiquent avec des ressorts R et R_1 qui viennent alternativement au contact des deux lames d'un diapason mis en vibration par l'électro-aimant B_1 . Ce diapason communique par son support avec l'autre pôle de la pile. Le courant qui passe dans l'électro-aimant B_1 provient d'une autre pile et se rend, au moyen d'un commutateur N réglé par le diapason, dans les bobines du moteur, qui est ainsi polarisé dans la direction des pôles, et un mouvement d'oscillation se produit dans l'armature. Mais si l'on imprime à celle-ci un mouvement de rotation dont la vitesse correspond à peu près à celle des courants qui passent à travers le diapason, ce mouvement sera régularisé et la vitesse deviendra parfaitement uniforme. La régularité de la marche est ainsi rendue indépendante des variations de l'intensité du courant, la vitesse ne dépendant que du nombre des vibrations du diapason.

Pour se servir de l'appareil, on relie le disque A au moteur dont on veut enregistrer la vitesse au moyen d'une corde passant sur une poulie P; le diapason est mis en vibration et la roue de friction G entraîne le disque B à la même vitesse que A; le moteur électrique est mis en mouvement en ouvrant le commutateur, et l'instrument fonctionne. Le diagramme produit serait une ligne droite si les vitesses des disques étaient les mêmes; c'est, au contraire, une ligne d'autant plus sinueuse qu'il y a de différence dans les vitesses. L'appareil est assez sensible pour enregistrer une variation de $\frac{1}{5000}$, et les irrégularités produites en un point quelconque de la course d'un piston de machine à vapeur sont rigoureusement reproduites.

F. DE SOMER.
Ingénieur civil.

INFORMATIONS

Chronique parlementaire.

Si l'occasion n'a pas encore été donnée à la Chambre de discuter quelque-une de ces grandes lois d'affaires dont notre industrie et notre commerce seront appelés à profiter, on constate chez la plupart des députés le désir de s'y bien préparer; ce désir se manifeste par la for-

mation de nouveaux groupes, qui, laissant de côté toute nuance politique, se sont constitués sous la désignation même des questions qu'ils veulent étudier. Le groupe « agricole », qui existait dans l'ancienne Chambre, n'a eu qu'à se reconstituer, mais sur des bases plus larges et plus libérales que celles acceptées par son prédécesseur. Un groupe « industriel, commercial et économique » paraît devoir se consacrer plus particulièrement à la préparation des traités de commerce dont le prochain renouvellement impose à la Chambre actuelle une de ses responsabilités les plus lourdes. Le dernier né de ces nouveaux organismes parlementaires est le groupe du « travail national ». Au lendemain de l'Exposition de 1889, ce nom sonne particulièrement bien à notre oreille. Tous les travailleurs, grands et petits, feront des vœux pour sa prospérité, sans pourtant qu'elle l'engage à se substituer au département ministériel qui porte à peu près la même désignation. A côté du président du groupe agricole, nous avons un ministre de l'agriculture; à côté du président du groupe industriel et commercial, un ministre du commerce; il faut que leurs efforts tendent au même but, sans qu'un conflit personnel puisse jamais être soulevé.

Quel est celui de ces groupes qui accordera plus spécialement son attention aux questions concernant l'exploitation des chemins de fer? Il s'en présente fréquemment devant le Parlement; et, surtout lorsqu'elles concernent l'établissement des tarifs, les plus petites ont leur importance, car elles intéressent la population tout entière. Le ministre des Finances a déposé cette semaine à la Chambre deux projets de loi sur le régime des transports par petite vitesse motivés par les circonstances suivantes. On sait que ces transports sont frappés d'un droit fixe de 70 centimes, quelle que soit l'importance de l'expédition. Ce droit de timbre, qui pèse en tout cas sur le contrat passé entre l'expéditeur et le transporteur, représente souvent, pour les petits envois faits à petite distance, une portion importante de la somme totale déboursée. On s'est donc demandé s'il ne convenait pas de proportionner le droit de timbre au coût total du transport, et un amendement à la loi de finance votée par l'ancienne Chambre proposait de faire varier le timbre de 0 fr. 20 à 2 fr. 20 suivant l'importance de la somme perçue en vertu des tarifs en vigueur. Or il résulte d'une statistique sur laquelle nous n'avons pas à nous appesantir, que l'emploi du timbre proportionnel, tel qu'on l'avait conçu, ferait perdre au Trésor une somme importante, tout en causant un dommage bien établi à quelques-unes de nos industries. Le gouvernement a donc demandé par un premier projet de loi la suppression de l'article 7 de la loi de finances, et par un second projet l'établissement d'un droit de timbre qui crée un état intermédiaire entre l'ancien régime et celui qu'on voulait établir imprudemment. Nous y reviendrons lors de la discussion.

B.G.

Commission supérieure des Expositions internationales.

Un décret présidentiel, en date du 13 novembre 1889, vient de reconstituer sur de nouvelles bases la Commission supérieure des Expositions internationales.

Ce décret est précédé d'un rapport au Président de la République, dans lequel M. Tirard, président du Conseil, Ministre du Commerce et de l'Industrie, rappelle qu'instituée par décret du 5 avril 1870, pour « rechercher et proposer les mesures destinées à faciliter la participation de nos nationaux aux Expositions internationales » qui devaient « avoir lieu à Londres en 1871 et pendant les quatre années suivantes », cette Commission fut ensuite chargée, par décret du 2 juillet 1870, « de rechercher et de proposer les mesures destinées à faciliter la participation de nos nationaux à l'Exposition internationale qui devait avoir lieu à Vienne en 1873 ». Son mandat, qui semblait épuisé à la suite de cette exposition, fut renouvelé et consolidé par divers décrets en date des 26 mars, 3 avril et 4 avril 1876. Ces décrets, considérant la Commission comme investie d'une mission générale et permanente pour l'étude « des différentes mesures relatives aux Expositions internationales », vinrent « compléter son organisation », spécialement en vue de la préparation de l'Exposition universelle de 1878. Activement mêlée à l'organisation de cette Exposition, la Commission supérieure n'a plus été réunie depuis cette époque. Si, d'ailleurs, l'on n'a point cherché à la reformer à la veille de l'Exposition universelle de 1889, c'est évidemment en raison du caractère tout spécial que la combinaison financière adoptée par le Parlement assignait à la Commission de contrôle, aux termes de l'article 7 de la convention approuvée par la loi du 6 juillet 1886.

Mais le Ministre estime qu'il importe maintenant de revenir à une institution qui a fait ses preuves et de ne point laisser plus longtemps à la merci de résolutions isolées et souvent prises en dernière heure les intérêts multiples et de jour en jour plus considérables qui se trouvent en cause, toutes les fois que se pose la question de la participation de la France ou des exposants français à une Exposition internationale.

Il ajoute qu'une Commission consultative et permanente, nommée par décret, lui paraît devoir seule avoir la compétence et l'autorité nécessaires pour étudier avec suite, dès qu'elles prennent naissance,

les diverses questions relatives aux Expositions internationales, pour concerter les mesures à prendre, pour provoquer, en connaissance de cause et en temps utile, l'initiative de nos nationaux, pour éclairer, s'il y a lieu, le Gouvernement et le Parlement sur l'opportunité d'une participation officielle et sur la quotité des crédits indispensables à cette participation.

Voici les principaux articles du décret en question :

ARTICLE PREMIER. — Il est institué, auprès du Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, une Commission consultative permanente dénommée « Commission supérieure des Expositions internationales ».

ART. 2. — La Commission se réunit sur la convocation du Ministre.

Elle peut être appelée à donner son avis sur toutes les questions relatives aux Expositions françaises à l'étranger.

Elle doit être consultée sur l'opportunité et les conditions de la participation officielle de la République française aux Expositions étrangères, sur l'organisation de cette participation et sur la quotité des crédits ou subventions à demander aux Chambres.

ART. 3. — La Commission, placée sous la présidence du Ministre, comprend trente membres, savoir :

1° Dix sénateurs ou députés ;

2° Dix fonctionnaires appartenant au Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, au Ministère des Affaires étrangères et aux autres Administrations intéressées ;

3° Dix industriels ou négociants choisis parmi les présidents et membres des Chambres de commerce, des Chambres consultatives des Arts et manufactures, des Tribunaux de commerce ou des Chambres syndicales.

ART. 4. — La nomination des membres de la Commission et la désignation, parmi ces membres, d'un vice-président et d'un secrétaire sont faites par décrets rendus sur la proposition du Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies.

Sont nommés membres de la Commission supérieure des Expositions internationales :

MM. TEISSERENC DE BORT, sénateur, *vice-président* ; — DIETZ-MONIN, sénateur ; — Édouard MILLAUD, sénateur ; — POIRIER, sénateur ; — TOLAIN, sénateur ; — Georges BERGER, député ; — Félix FAURE, député ; — DU PÉRIER DE LARSAN, député ; — PRÉVET, député ; — A. PROUST, député.

MM. CHARNES (Xavier), membre de l'Institut, directeur du secrétariat et de la comptabilité au Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts ; — CLAVERY, directeur des affaires commerciales et consulaires au Ministère des Affaires étrangères ; — GAY, conseiller d'État, directeur des chemins de fer au Ministère des Travaux publics ; — J. HAUSSMANN, chef du cabinet du sous-secrétaire d'État aux colonies ; — G. LARROUMET, directeur des Beaux-Arts au Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts ; — MARIE, directeur du commerce extérieur au Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies ; — Gustave OLLENDORFF, directeur du personnel et de l'enseignement technique au Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies ; — PARMENTIER, chef du cabinet du président du Conseil, Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies ; — TISSERAND, conseiller d'État, directeur de l'agriculture au Ministère de l'Agriculture.

MM. BOUCHERON, président de la Chambre syndicale de la joaillerie, de l'orfèvrerie et des industries qui s'y rattachent ; — DELALAIN, président du cercle de la librairie, de l'imprimerie, de la papeterie, du commerce de la musique et des estampes ; — GALLÉ, membre de la Chambre de commerce de Nancy ; — GUILLOTIN, président du Tribunal de commerce de Paris, président honoraire de la Chambre syndicale des Travaux publics de France ; — HAYEM, président de la Chambre syndicale de la chemiserie en gros pour hommes ; — LEMOINE, membre de la Chambre de commerce, président de la Chambre syndicale de l'ameublement ; — LIÉBAUT, président de la Chambre syndicale des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de Paris ; — LOURDELET, président de la Chambre syndicale des négociants commissionnaires ; — MUZET, président du syndicat général de l'Union des Chambres syndicales ; — QUENAY, vice-président de la Chambre syndicale des carrossiers de Paris.

M. Georges PAULET, chef du bureau du personnel, du secrétariat et de l'enseignement technique commercial au Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, *secrétaire*.

L'industrie du bois au Canada.

L'industrie forestière est la plus importante et la plus considérable de toutes les industries canadiennes ; elle constitue, après le commerce d'animaux et de leurs produits, le principal article d'exportation, tant du Dominion que de la province de Québec en particulier. Nous trouvons à ce sujet dans le journal *la Patrie* de Montréal quelques statistiques intéressantes que nous allons résumer.

En 1885, sur une exportation totale de 84 264 000 dollars (1) de produits bruts et fabriqués, de toute espèce, les produits forestiers comptaient pour la somme de 22 374 000 dollars, c'est-à-dire, pour plus d'un quart ; la province de Québec seule entrainait dans ce montant pour 9 100 000 dollars, c'est-à-dire pour plus des deux cinquièmes.

L'exploitation du bois des forêts canadiennes, d'une manière réellement productive, ne remonte guère qu'au commencement de ce siècle. Avant cette époque, il n'était guère possible qu'une population d'une centaine de mille âmes, pauvre et clairsemée sur une vaste étendue, pût seulement songer à une industrie qui exige l'emploi de tant de bras et des capitaux considérables pour devenir l'objet d'une spéculation avantageuse. C'est à la suite des guerres du premier empire et du blocus continental que Napoléon avait imposé à tous

les ports de l'Europe, pour en chasser le commerce de la Grande-Bretagne, que l'on commença à s'occuper sérieusement de l'exploitation de nos forêts.

Les commerçants de bois de la métropole tournèrent leur attention vers les colonies de l'Amérique Britannique et se décidèrent à aller chercher au Canada le bois que les flottes françaises les empêchaient d'importer des pays de l'Europe septentrionale.

L'exportation du bois se limita d'abord, ou à peu près, à des envois dans le Royaume-Uni et dans les Indes Occidentales. A cette époque, les différents États de l'Union Américaine exportaient d'énormes quantités de bois ; mais, depuis lors, les territoires du nord-ouest des États-Unis, que couvraient de grandes forêts de pin, ont été défrichés et se sont déboisés ; et comme la consommation, dans l'intérieur de ces territoires devenus depuis des États, avait augmenté dans une proportion égale, on fut obligé de recourir aux commerçants de bois canadiens, qui firent dès lors avec succès concurrence aux commerçants de l'Ouest.

En 1850, on exportait déjà pour l'Angleterre, 1 052 817 tonnes de bois, et en 1859, 1 249 005 tonnes.

Aujourd'hui, le Canada exporte presque autant de bois aux États-Unis qu'en Angleterre. Ainsi en 1885, la valeur du bois expédié au Royaume-Uni s'est élevée à 9 577 578 dollars, tandis que celle du bois exporté aux États-Unis a été de 9 453 736 dollars. L'exportation aux Indes Occidentales et dans l'Amérique du Sud a suivi de même une progression ascendante.

Le tableau suivant, qui remonte à 1878, montre dans quelles proportions le Canada exportait alors du bois dans les principaux pays du monde :

	Dollars.
Angleterre	13.586.410
Terre-Neuve	120.407
Indes, possessions anglaises	320.609
— — espagnoles	145.561
— — françaises	17.498
— — danoises	3.002
— — allemandes	4.329
Haïti	10.982
Guyane	34.524
Saint-Pierre Miquelon	21.724
Amérique du Sud	218.140
France	330.968
Allemagne	23.415
Espagne	38.003
Etats-Unis	4.739.747
Portugal	51.758
Italie	3.719
Belgique	49.998
Hollande	42.150
Chine	93.279
Madère	10.304
Gibraltar	3.179
Iles Canaries	2.059
Afrique	42.800
Australie	174.893
Iles Sandwich	21.839
Iles Falkland	3.808
Dollars	20.054.825

Il est à remarquer que la quantité de bois brut exporté du Canada, principalement en Angleterre, va constamment en diminuant, tandis que l'exportation du bois scié ou manufacturé augmente d'une manière continue. Ceci tient surtout à ce que le bois équarri est d'une exploitation dispendieuse, parce qu'il est d'un transport difficile et qu'il faut sacrifier, pour chaque pièce, un quart environ de la valeur de l'arbre ; aussi les concessionnaires de coupes préfèrent-ils en utiliser toutes les parties.

Construction du port de Tunis.

Les travaux de construction du port de Tunis, qui ne sera pas terminé avant quatre années environ, sont poussés activement. Les gros blocs qui doivent former la jetée s'alignent rapidement, et la forme du petit port de refuge de la Goulette se dessine tous les jours davantage. Dans le lac même de Tunis et sur toute sa longueur, les pieux qui doivent former les côtés du chenal sont enfoncés et reliés entre eux par des madriers, qui retiendront les vases et le sable que des dragues puissantes rejeteront sur les côtés. Ces dragues, à longs couloirs, sont déjà prêtes à fonctionner ; elles doivent creuser le chenal, qui aura 7 mètres de profondeur. Le plafond aura 22 mètres de largeur et le chenal 100 mètres d'une berge à l'autre.

Lorsque ce port sera terminé, il recevra un nombreux outillage, pour que l'embarquement et le débarquement des paquebots soient toujours possibles et rapides, car actuellement, en hiver, les navires sont obligés de retourner en Europe sans avoir pu opérer leur déchargement à Tunis.

(1) Le dollar vaut 5 francs.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LES COLONIES FRANÇAISES

L'Exposition vient à peine de fermer ses portes, et tout le monde se rappelle cette partie si pittoresque et si intéressante consacrée à nos colonies. Chacun a pu voir, en visitant l'Esplanade des Invalides, et en examinant les produits si nombreux, si variés, si riches, provenant de notre domaine colonial, que l'exploitation des divers pays qui le composent, si elle est conduite avec sagesse, habileté et intelligence, peut et doit être une source de grands profits pour leurs habitants, indigènes ou européens; que par suite, si ces habitants sont nombreux, ils peuvent demander beaucoup de ses produits à notre industrie nationale, qui doit ainsi trouver chez eux des marchés importants.

Cette exposition de nos colonies a présenté un intérêt d'autant plus grand qu'elle a eu lieu dans un moment où la *politique coloniale* a appelé sur ces questions d'ardentes controverses et discussions; elle aura certainement permis à bien des gens, peu au courant de ces questions, de se rendre mieux compte de leur importance; elle aura sans doute contribué à faire cesser bien des malentendus, pour beaucoup elle aura été une véritable révélation.

La France possède un empire colonial qui, sans être comparable à celui de l'Angleterre, est cependant fort vaste. Il se compose d'un grand nombre de territoires situés dans différentes parties du globe, et présentant la plus grande variété dans leur état de colonisation, leurs conditions de développement, leur climat, leurs productions, leurs habitants.

Cet empire colonial peut se diviser en anciennes et en nouvelles colonies: les premières comprenant celles créées avant le commencement du siècle, et les secondes celles fondées depuis cette époque ou plutôt depuis le commencement de la Restauration.

Les anciennes colonies sont: la Guyane Française, la Martinique, la Guadeloupe, Saint-Pierre et Miquelon, le Sénégal, la Réunion, les établissements français de l'Inde.

Les nouvelles colonies, c'est-à-dire celles acquises depuis 1815, comprennent: l'Algérie, la Nouvelle-Calédonie, Tahiti et les îles voisines de l'Océanie, la Cochinchine française, Mayotte, Nossi-Bé, Obock, la Tunisie, Madagascar, le royaume d'Annam, le Tonkin, le Cambodge, les Comores; ces six derniers pays ne sont pas complètement annexés; ils sont sous le régime du protectorat, c'est-à-dire qu'ils sont gouvernés et administrés par leurs souverains, sous la surveillance et le contrôle d'un représentant de la France.

Le domaine colonial peut aussi se diviser en *colonies d'émigration* ou de *peuplement*, celles où l'Européen s'acclimatise bien, conserve aisément sa santé, peut se fixer et faire souche de colons, trouver des terres disponibles pour s'établir; et en *colonies d'exploitation*, où au contraire il ne peut s'acclimater et vivre qu'à certaines conditions et en prenant certaines précautions, où il ne peut se livrer à des travaux pénibles, où son rôle doit être de faire travailler plutôt que de travailler lui-même, où il ne se fixe que momentanément, avec esprit de retour au pays après fortune faite, où les terres appartenant aux indigènes qui les font valoir ne peuvent satisfaire aux besoins d'une immigration un peu importante.

Les colonies d'émigration sont: l'Algérie, la Tunisie, la Nouvelle-Calédonie, Tahiti et les îles voisines.

Les colonies d'exploitation sont: la Guyane, le Sénégal et la côte d'Afrique, le Tonkin, l'Annam, la Cochinchine, le Cambodge, les Comores, Madagascar et Mayotte.

L'utilité de toutes ces possessions a été très discutée dans ces derniers temps; cette question des colonies, qui aurait dû rester, comme celles relatives à l'agriculture et aux travaux publics, une question économique, une question d'affaires, une question de choses, est devenue malheureusement une question politique, une question de partis, une question de personnes.

Que des fautes très lourdes aient été commises dans l'application, le fait est incontestable; mais tout homme de bonne foi, qui examine les choses avec impartialité et sans parti pris, si surtout il a pu se rendre compte sur les lieux de bien des circonstances ignorées du public, même de nos gouvernants, reconnaît bien vite que la plupart de ces fautes n'ont eu d'autre cause que la continuation des errements suivis par tous les gouvernements qui ont présidé aux destinées de la France depuis le règne de Louis XV; que ce sont ces errements qui sont mauvais et qu'il faut changer; que la France peut retirer de la possession et de l'exploitation d'un important domaine colonial, de très grands avantages, alors qu'il est possible d'en atténuer et même d'en écarter au moins en grande partie les inconvénients. Combien il serait plus patriotique de se rapprocher sur les questions coloniales, comme on le fait sur celles relatives à la défense nationale, ou à l'agriculture, et d'étudier ensemble les meilleures solutions à leur donner, plutôt que de chercher dans ces questions l'occasion de faire tomber celui-ci du pouvoir, ou d'empêcher celui-là d'y revenir.

Les conséquences de ces luttes violentes entre les partis ont été ce qu'elles ne pouvaient manquer d'être: timidité, hésitation et indécision des gouvernants dans l'exécution; demi-mesures ou mesures insuffisantes; tâtonnements; fausses manœuvres; gaspillage énorme de forces, de temps, d'hommes et d'argent, et l'état de choses en résultant, aggravé encore par une administration sounisée à toutes les crises parlementaires, ne pouvant avoir par suite ni la stabilité, ni l'esprit de suite, ni l'autorité, ni l'indépendance nécessaires, forcée

même parfois d'admettre dans ses services comme fonctionnaires des hommes sans aucune expérience des affaires coloniales, et n'ayant d'autre titre que leur opinion politique, la question électorale primant trop souvent toutes les autres.

Les adversaires des colonies prétendent qu'un vaste domaine colonial a pour la France les inconvénients suivants: qu'il éloigne du pays des forces importantes; qu'il immobilise une partie de la flotte militaire; qu'il peut, en cas de soulèvements, nécessiter l'envoi de corps d'armée complets au moment où ils seraient peut-être nécessaires en Europe; qu'il peut, à un moment donné, la forcer à sacrifier de graves intérêts en Europe à la sauvegarde de ses intérêts coloniaux; qu'il lui occasionne des dépenses énormes et compromet ses finances.

Si leurs appréhensions étaient fondées, si elles n'étaient pas provoquées par les luttes des partis, il faudrait vraiment en conclure que la France est réduite à l'impuissance, et doit renoncer à son rang dans le monde.

En admettant qu'au point de vue militaire notre domaine colonial semble pouvoir présenter quelques inconvénients, qui du reste sont les mêmes pour toutes les nations voisines qui possèdent des colonies, sa très grande utilité, sa nécessité même au point de vue économique ne peuvent être contestées. En France comme dans tous les pays industriels, la production dépasse aujourd'hui notablement la consommation; elle continue cependant à augmenter chaque jour pour une même somme de travail fournie, par suite des perfectionnements que chaque jour apporte dans l'outillage et les procédés industriels et de la nécessité de produire beaucoup pour produire à bon marché. De là des excédents de production que les usines ne peuvent toujours écouler facilement. Il en résulte alors des temps d'arrêt forcés, des suspensions partielles ou totales dans le travail, amenant des crises très douloureuses pour le capital, c'est-à-dire pour la fortune du pays, et pour les ouvriers. En même temps, l'industrie s'établit et s'installe avec une rapidité étonnante dans des pays jeunes qui jusqu'ici nous achetaient une partie des produits manufacturés nécessaires à leurs besoins; par suite ils nous en demandent de moins en moins, et nos excédents de production se trouvent de ce fait encore augmentés. Il y a là, bien évidemment, une situation grave, à laquelle il faut remédier, et le meilleur, le seul moyen peut-être de le faire efficacement, est de trouver pour ces excédents de produits des marchés nouveaux, des débouchés nouveaux, que seuls peuvent nous offrir des consommateurs nouveaux arrivés à un degré de civilisation assez avancé pour apprécier ces produits et disposant d'objets d'échange assez riches pour pouvoir les payer; de faire naître chez ces consommateurs nouveaux de grands besoins à satisfaire, et de ne pas livrer leur clientèle à des nations rivales, lorsque nous l'aurons pour ainsi dire créée.

Par suite de circonstances connues, l'industrie française produit *bon*, mais le bon est toujours *cher*; elle paye beaucoup d'impôts; les transports, la main-d'œuvre, les matières premières sont quelquefois d'un prix plus élevé que chez nos voisins. Cette situation peut être toutefois modifiée et améliorée. C'est en produisant *beaucoup* que l'industrie française peut diminuer ses prix de revient; or pour produire beaucoup, il lui faut des consommateurs assurés, des consommateurs qu'un gouvernement étranger ne puisse lui enlever d'un jour à l'autre en fermant ses marchés par des tarifs de douane prohibitifs.

Le débouché ouvert à l'excédent des produits de son industrie, est-il le seul avantage qu'a pour la France son domaine colonial? Bien loin de là, car il en présente d'autres très grands aussi. Il offre d'abord un placement avantageux à ceux des capitaux français qui, dans l'espoir de fortes rémunérations ne craignent pas de s'aventurer en s'employant à l'étranger, où ils courent parfois de grands risques. Il peut assurer aussi une large rémunération de leur travail aux Français qui quittent le pays pour émigrer à l'étranger, et dont la plupart préféreraient se rendre sur des terres françaises, jouissant d'un bon climat, et dont beaucoup sont d'une incomparable fertilité.

La colonisation bien conduite de tous les territoires coloniaux offrirait également un avenir aux nombreux jeunes gens qui chaque année sortent de nos écoles, et auxquels leur nombre même rend si difficile de trouver l'emploi de l'instruction qu'ils ont reçue. Nous avons dit déjà que dans la plupart des *colonies d'exploitation*, l'Européen ne devait pas *travailler*, mais *faire travailler*, c'est-à-dire diriger, surveiller le travail des indigènes; beaucoup de ces jeunes gens trouveront là des postes fort avantageux d'ingénieurs, de chefs de travaux, de contremaîtres, d'employés de toutes sortes.

Après la perte du Canada, de la Louisiane et de ses établissements de l'Inde, il était nécessaire pour la France de reconstituer ses possessions coloniales. En le faisant, les gouvernements qui se sont succédés depuis lors ont donc agi avec sagesse et prévoyance; ils n'ont fait en somme que maintenir la tradition nationale. Grâce à eux, nous possédons aujourd'hui d'importants territoires en Afrique, en Indo-Chine, en Océanie et dans la mer des Indes, territoires dans lesquels notre industrie trouvera des débouchés considérables, dont il ne tient qu'à elle de tirer grand parti dans l'avenir, et qui bien certainement lui seraient fermés pour toujours si des puissances rivales s'en étaient emparées avant nous.

Mais si l'on avait bien raison de poursuivre avec persévérance l'œuvre de l'expansion coloniale, a-t-on toujours procédé, dans l'application de cette politique d'expansion, de façon à la rendre féconde en bons résultats? Il y a eu certes bien des fautes commises et malheureusement il s'en commet encore chaque jour. On doit cependant

VIADUC DE LA S

Ligne de Vire à Saint-L

Fig. 1. Plan Général.

Echelle de 0 000333 p m

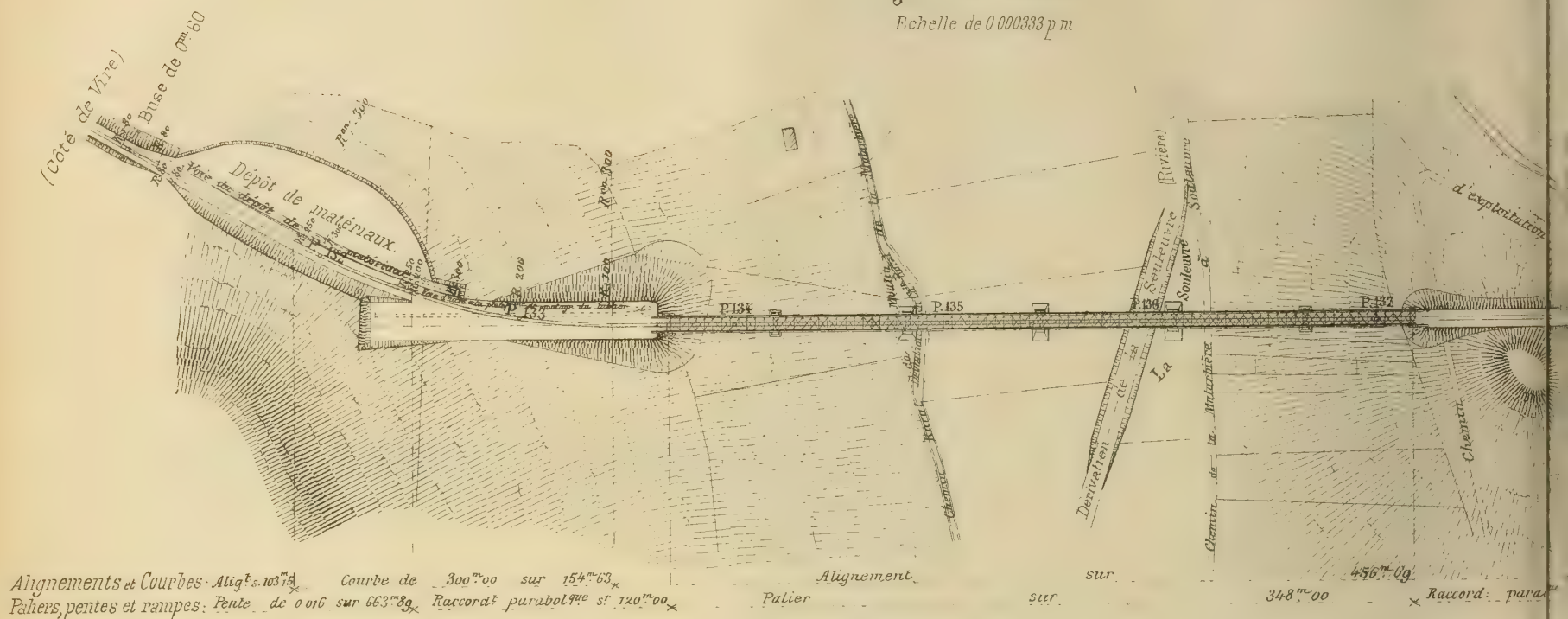


Fig. 2. Elévation.

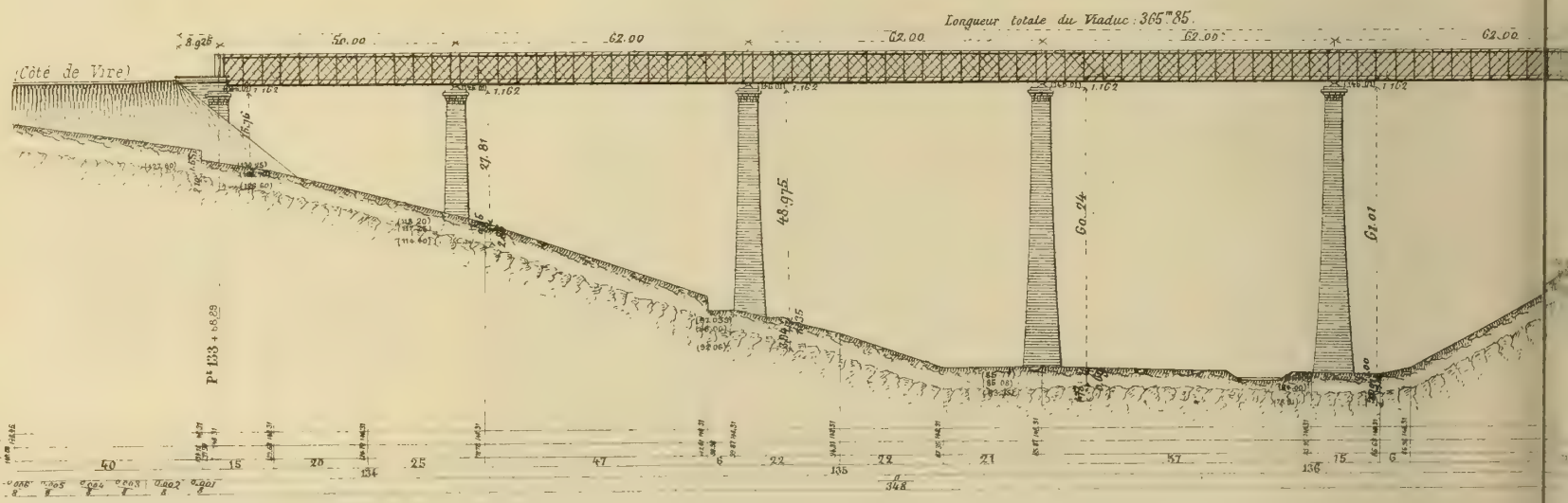
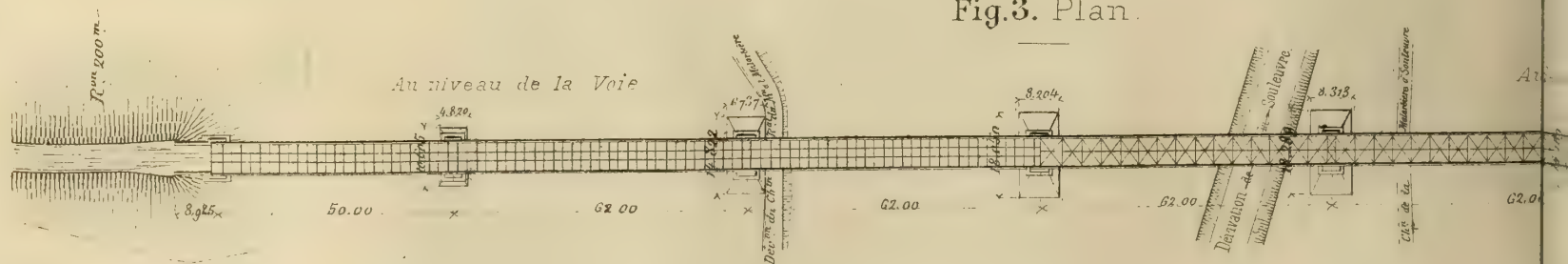
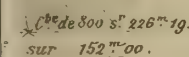
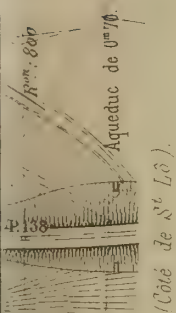


Fig. 3. Plan.



Echelle des Fig 2 et 3. 0 000666 p m

et : Caen.



A C

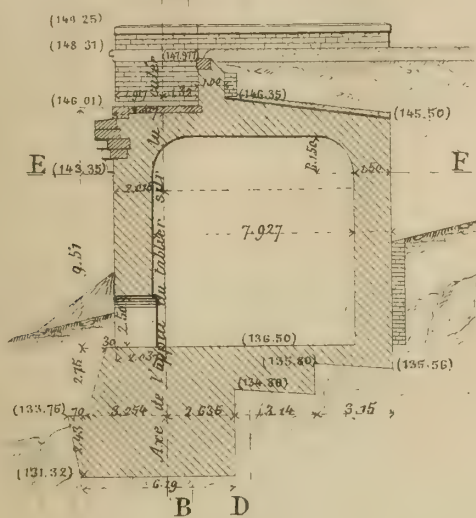


Fig. 5. Plan par dessus.

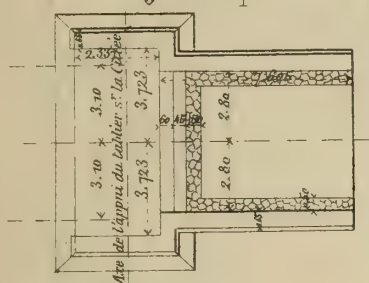


Fig. 6. Elévation.

sur la culée

sur l'appui de l'axe de l'appro

Fig. 7. Plan suivant EF.

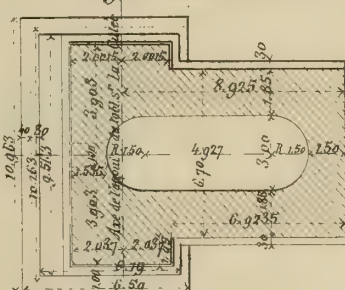
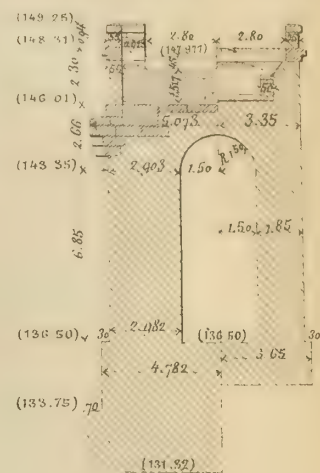


Fig.8. Demi Coupe
suivant AB. suivant CD.



Détails des Maçonneries.

Culée vers St Lô.

Echelle de 0.00333 p.m.

Fig.9.
Coupe transversale.

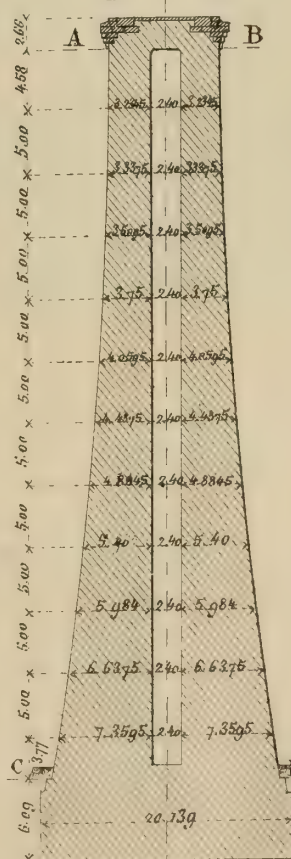


Fig.13. Coupe AB.

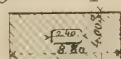


Fig.10.
Elévation transversale

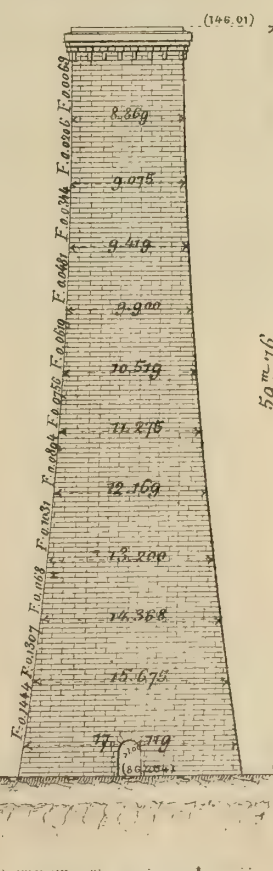


Fig. 14. Coupe C D.

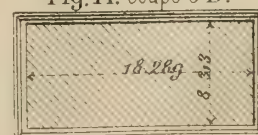
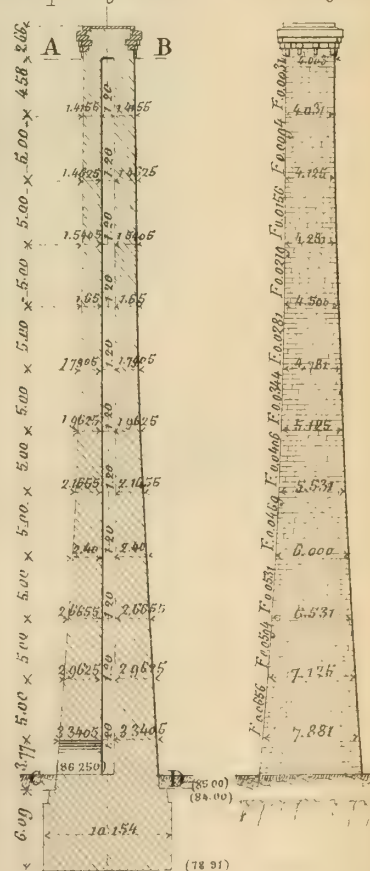
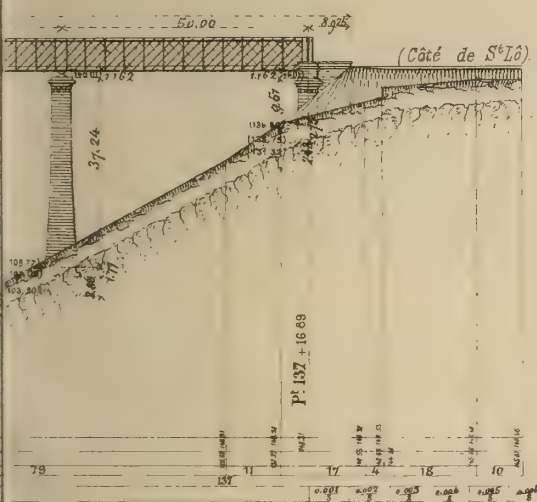


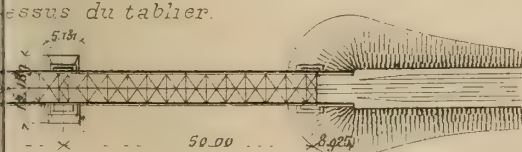
Fig.11. Fig.12.
Coupe longitudinale. Elév^{on} longitud^{le}



Echelle de 0.00166 p.m.



essus du tablier.



reconnaître que le plus souvent ces fautes sont la conséquence des institutions qui sont mauvaises ; ce sont donc ces institutions qu'il faut modifier.

A la suite de l'Exposition, un groupe d'hommes autorisés a pris l'initiative d'un Congrès Colonial national. Ce congrès, qui a reçu l'adhésion de hautes notabilités, a tenu déjà ses premières séances. Ses membres ont été répartis en sept sections s'occupant : la première des questions d'ordre général ; la deuxième, de l'Algérie et de la Tunisie ; la troisième, des colonies d'Amérique, la quatrième, du Sénégal et des pays de la côte occidentale d'Afrique ; la cinquième, des colonies et protectorats de la mer des Indes ; la sixième, de l'Indo-Chine ; la septième, des colonies de l'Océanie.

La séance d'ouverture du Congrès a eu lieu lundi dernier.

Au bureau avaient pris place : MM. Isaac, sénateur de la Guadeloupe, président du comité d'initiative, le Myre de Vilers, le comte Colonna Ceccaldi, conseiller d'Etat, Bouquet de la Grye, le baron Mi-

duite non seulement avec une grande largeur de vues, mais aussi avec beaucoup de prudence.

La séparation du sous-secrétariat des Colonies du ministère de la Marine et son rattachement au ministère du Commerce et de l'Industrie sont déjà une première et grosse réforme. Les titres seuls de ces deux ministères indiquent de grandes et sérieuses modifications dans les rapports de la métropole avec les administrations locales des colonies. Alors en effet que l'attache au ministère de la Marine signifie un régime militaire dans lequel tout doit plier devant une volonté supérieure, celle au ministère du Commerce et de l'Industrie indique au contraire un régime essentiellement civil, basé sur le libre examen et la discussion, par toutes les personnes compétentes et intéressées, des questions autres que celles se rapportant à la défense et à la sécurité de la colonie.

Toutes les réformes qui auront pour objet de faire de la colonisation pacifique, de faire participer les colons dans une large mesure à l'admi-

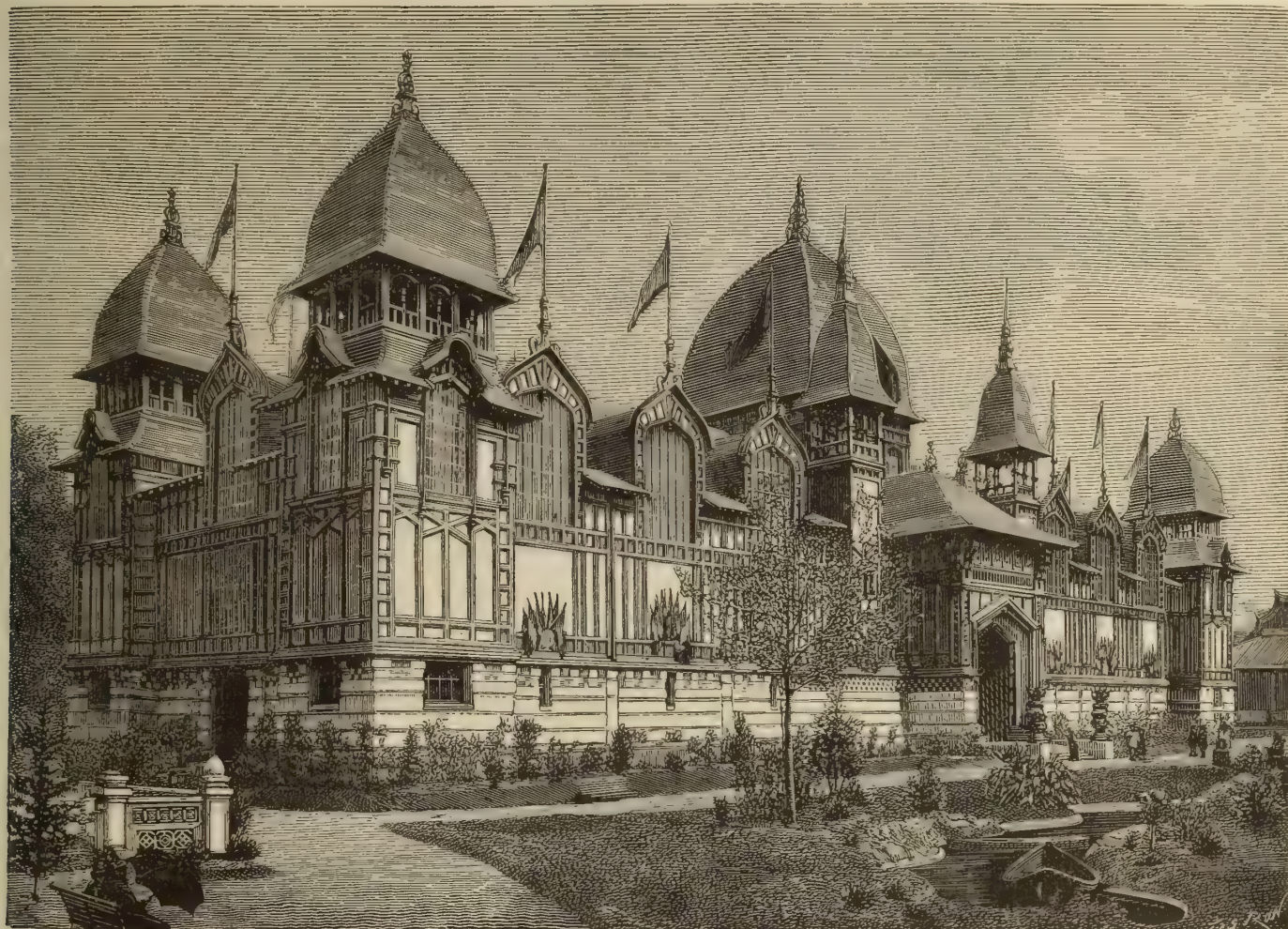


Fig. 1. — Exposition de 1889. Vue du Pavillon des colonies à l'Esplanade des Invalides.

chel, le capitaine Binger, Foncin, inspecteur général de l'Université, le baron Cambourg, Détrouat.

M. Isaac a rendu compte des résultats obtenus par le Comité d'initiative, puis il a fait procéder à l'élection du bureau définitif, qui a été ainsi composé : président, M. Levasseur, de l'Institut ; vice-présidents, MM. Bouquet de la Grye, Boutmy, de l'Institut, le contre-amiral Vallon et le général Virgile.

Le vice-amiral Thomasset, président de la Société des études coloniales et maritimes, a été nommé président d'honneur.

Après la nomination du bureau, on a procédé à la distribution des travaux.

Des rapports et des comptes rendus, rédigés par les soins des sections et accompagnés des vœux et avis qu'elles auront émis, seront présentés au Congrès réuni en assemblée générale.

Nous espérons que les travaux de ce Congrès colonial, où toutes les opinions pourront se produire et être librement discutées, réussiront à éclairer les pouvoirs publics sur les véritables besoins de nos colonies, sur les réformes urgentes à apporter dans l'administration de chacune d'elles, sur la nécessité de les faire passer d'un régime d'autorité, de centralisation et de fonctionnarisme, à un régime de liberté, de décentralisation et d'initiative individuelle.

Mais il faut éviter les grands programmes, toujours faciles à tracer sur le papier, mais à la réalisation desquels les circonstances apportent presque toujours des entraves ; un état de choses établi depuis de longues années, quelque mauvais qu'il soit, ne peut être complètement changé d'un jour à l'autre ; les réformes trop brusques, trop précipitées amènent des secousses et des crises qui doivent être évitées, car elles provoqueraient des réactions fâcheuses. A chaque jour suffit sa tâche, et la transformation des régimes sous lesquels sont placées nos diverses colonies, est une œuvre de longue haleine, qui doit être con-

nistrée des affaires de leurs colonies, qu'ils connaissent toujours mieux que des fonctionnaires de passage, et de favoriser chez eux l'esprit d'initiative individuelle et d'association pour les entreprises d'utilité générale, auront pour conséquence, dans ces colonies, un développement de la richesse publique dont tireront grand parti nos industries nationales.

A. C.

LE MATÉRIEL DE L'INDUSTRIE TEXTILE A L'EXPOSITION

Groupe VI. — Classes 27, 51, 54, 55, 56, 58 et 59.

(Suite 1.)

MATÉRIEL DE LA FILATURE DE LAINE

(Classe 54.)

Passons à une autre importante exposition d'ensemble, celle de M. F. J. Grunn, de Lure (Haute-Saône). Elle comprenait notamment : un renvideur pour laine cardée, une peigneuse Grunn-Offermann, un continu Max Chapon et quelques appareils spéciaux (appareil de sortie de Blamire pour cardes repasseuses de laine cardée, appareil à lames d'acier voyageuses du système Bolette, appareil à lames d'acier fixes et tambours voyageurs du système Grunn, etc.).

Le renvideur pour laine cardée est du système Platt. Ses fonctions sont l'étirage par le chariot, la torsion par simple vitesse, la torsion supplémentaire par double vitesse avec légère rentrée du chariot pendant cette période, le dépointage, et enfin le renvidage avec la rentrée du chariot. Les métiers demi-automates ou mull-jennys, dont le renvidage est fait partiellement par l'ouvrier, sont encore très répandus

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XV, n° 16, p. 349 et tome XVI, n° 6, p. 464.

en France, et cependant le renvideur possède sur ces machines des avantages incontestables, en ce sens que, tout le travail se faisant mécaniquement, le conducteur de la machine n'a plus qu'à rattacher les fils qui cassent, et son salaire peut donc être abaissé, d'où, diminution de main-d'œuvre. Le renvideur produit également des canettes bien faites, dans lesquelles les couches successives sont disposées mathématiquement, ce que ne peut faire le mull-jenny, où l'ouvrier guide à la main le fil le long de la broche. Enfin, la production du renvideur est supérieure à celle du mull-jenny. Toutes les nouvelles filatures de laine cardée qui se montent actuellement abandonnent le mull-jenny comme métier à filer; quelquefois cependant, pour ne pas jeter des machines dont les organes sont encore en bon état, on accouple deux mull-jennys pour en faire un renvideur.

La *peigneuse Grün-Offermann* est dérivée de la peigneuse Meunier qui a été exposée en 1878. D'importantes modifications ont été apportées à cette première machine dans la disposition des organes et dans leur fonctionnement, tout en conservant les mêmes principes de travail, c'est-à-dire peignage de la tête de mèche par un peigne circulaire animé d'un mouvement de rotation continu, et peignage de la queue par un peigne fixe. A cet effet, la laine est fournie par une grille alimentaire et retenue par une paire de pinces pendant le peignage de la tête, puis la tête peignée est saisie par les cylindres arracheurs qui, en s'éloignant de la pince après l'ouverture de celle-ci, arrachent la mèche et en font passer la queue à travers le peigne fixe. Pour les laines chardonneuses, M. Offermann a appliqué un organe supplémentaire très ingénieux qu'il a nommé « *schlagkamen* », ou encore « *peigne à gratterons* », et dont le mode d'action est le suivant : un peu avant la fin du peignage de tête par le peigne circulaire, l'inventeur fait tomber brusquement son peigne à gratterons sur la mèche encore tendue entre les pinces et le peigne circulaire; cet organe suit un peu le mouvement de rotation du peigne circulaire et remonte aussitôt; il a pour but de briser les gratterons qui se trouvent soumis à son action et de faciliter ainsi leur enlèvement par le peignage.

Le *continu Max-Chapon* est un métier à filer dont le principe est une combinaison du principe de la coconneuse et de celui du continu à ailettes. Comme dans la coconneuse, le fil pénètre dans un cône creux et se renvide sur une broche terminée par un cône plein; la bobine se forme par suite de la compression produite par le renvidage du fil sur la broche, compression qui force cette dernière à s'élever graduellement. Mais, au lieu de maintenir fixe le cône creux, on lui donne un mouvement de rotation dans lequel il entraîne la mèche à la façon d'une ailette et lui donne la torsion. La différence de la vitesse de la broche et du cône produit le renvidage. L'invention de cette machine a résolu le problème depuis si longtemps posé de produire de la trame floche, c'est-à-dire tordue seulement de la quantité strictement nécessaire pour lui permettre de résister aux opérations du tissage, ce qui offre de grands avantages pour les trames dont on « tire le poil ». Par suite de son mode de formation, la bobine se dévide par l'intérieur; or, il est reconnu qu'avec ce genre de dévidage on peut mettre plus de fil dans la navette, on travaille mieux, la production du métier à tisser est augmentée, et la quantité de déchets diminuée.

Nous arrivons à l'exposition de l'un des constructeurs les plus réputés pour la bonne facture de ses machines à laine cardée, M. *Célestin Martin*, de Verviers (Belgique); elle comprenait : une machine à écharbonner, un brisoir huileur automate, un assortiment de trois cartes de 1^m 80 de largeur, un métier à filer fixe et continu, un dévidoir mécanique, une machine à rappel pour aiguiser deux travailleurs à la fois, une machine à retordre avec arrêt automatique, une carte à dents de scie pour ouvrir les bouts durs des tisserands, une carte pour laine peignée, et une machine verticale à sécher, carboniser et déjarrer.

La *machine à écharbonner* de ce constructeur est bien connue. Celle qui était exposée travaille sur une largeur de 0^m 700 et son peigneur a 0^m 400 de diamètre; elle est faite spécialement pour les fabricants de drap et d'étoffes qui n'ont besoin que d'une production limitée, écharbonnant par petites parties à la fois, et qui peuvent ainsi se procurer, moyennant une dépense relativement légère, une machine suffisant à leurs besoins. Sa production n'est indiquée que comme étant de 60 à 90 kilogr. laine et chardons par heure; mais la même maison construit un système de 1^m 20 de largeur avec un peigneur de 0^m 800 de diamètre, pouvant écharbonner de 150 jusqu'à 200 kilogr. dans le même temps.

Le *brisoir huileur automate* est une machine dont l'emploi est devenu à peu près général : un huilage vicieux cause, en effet, des irrégularités dans les fils et par suite des « ribaudures » dans le drap, et nécessite un nettoyage des cartes plus fréquent. Celle qui figurait à l'Exposition se compose d'une chargeuse alimentaire automatique, d'un appareil huileur consistant en deux bassins distincts, l'un pour l'huile, l'autre pour l'eau, et réglés au moyen d'une crémaillère, de manière qu'ils doivent déverser toujours une quantité régulière déterminée de chacun des deux liquides. Ceux-ci coulent dans deux petits bacs à crans ou gouttières placés sur la largeur de la machine, et de là par les crans sur une planche; une brosse, placée sous cette planche et tournant très vite, mélange l'huile et l'eau et les distribue sur la laine. Avec une machine de 1 mètre de largeur, un seul ouvrier peut briser et huiler environ 1500 kilogr. de laine en 12 heures de travail.

L'assortiment des trois *cartes* exposées représentait ce que nous connaissons de plus complet et de plus perfectionné dans ce genre. Renforcé dans toutes ses parties avec de solides bâtis, de larges demilunes, des arbres en acier plus gros à tous les cylindres, il offre une résistance à toute épreuve. La disposition générale des cylindres entre eux est celle des assortiments modernes. A l'entrée de la première machine (*briseuse*) est adaptée une chargeuse automatique, indis-

pensable pour abréger la besogne de l'ouvrier et lui permettre de soigner suffisamment une machine de 1^m 80. Sous le premier détacheur, à l'entrée, est un rouleau ramasseur qui reprend les mèches de laine et les rend au tambour. Le détachement du voile du peigneur se fait au moyen d'un peigne battant à grande vitesse, et la nappe se forme sur un tambour en bois qu'un mécanisme fait s'ouvrir après un nombre de tours déterminé par un compteur; la nappe est coupée alors automatiquement d'un seul jet et en ligne droite par les mâchoires du tambour garnies de dents, et la mâchoire supérieure présente un des bouts de la nappe coupée au rouleau entraîneur, qui la dépose au pied de la machine. Cet appareil coupe-nappes est le complément de la chargeuse. Les matelas venant de la première carte ont une largeur égale à la table alimentaire de la seconde carte (*repasseuse*); ils sont croisés à cette seconde machine et donnés au tambour par deux cylindres d'entrée garnis de cartes. La troisième machine (boudineuse ou *finisseuse*) a son entrée disposée pour recevoir deux rouleaux de matelas se déroulant en sens inverse. Les tambours de ces trois machines ont 1^m 180 de diamètre.

M. Célestin Martin, après avoir inauguré les lames d'acier, les a généralement abandonnées comme ne convenant, à son avis, qu'à certaines matières courtes et communes auxquelles les défauts d'irrégularité ne peuvent pas faire de mal et ne donnant jamais une régularité constante dans les fils, en raison de leur peu de stabilité. Il emploie maintenant le continu à lanières de cuir, qui convient pour tous les genres de laines : la division se fait alors au moyen de deux cylindres de 150 millimètres de diamètre, munis de gorges dans lesquelles les lanières se trouvent justement entassées, présentant une surface plane à l'entrée de la laine quand celle-ci se trouve pincée par ces diviseurs, et les rubans de nappe divisés sont conduits par un très court chemin aux frotteurs qui les détachent eux-mêmes et les frottent à volonté. Sur toutes ces machines, les tambours et les peigneurs sont en fonte, mais les travailleurs, pour plus de légèreté, sont en tôle de fer recouverte d'une composition spéciale sur laquelle on peut, au besoin, clouer et utiliser les morceaux de garnitures qui ne peuvent plus servir pour tambours et peigneurs.

Le *métier à filer continu* a pour but de donner à chaque fil de boudin et à chaque partie de ce fil séparément le degré exact de torsion nécessaire par rapport à sa grosseur ou à sa finesse. Un appareil sert à régulariser la torsion pendant l'étirage : il consiste en une petite bascule ou levier coudé équilibré par un contrepoids et d'une mobilité parfaite; le fil d'alimentation pour arriver à la broche de torsion doit passer et s'appuyer sur cette bascule; la pression du fil, selon que celui-ci reçoit trop de torsion en raison de sa grosseur, détermine l'abaissement de l'appui mobile et par suite le frottement du fil dans la gorge d'une bague régulatrice; la torsion ne se transmet plus alors que faiblement, jusqu'à ce que cette diminution de torsion, en allongeant le fil et en le rendant plus lâche, soustrait la bascule à la pression du fil : celui-ci se relève, n'adhère plus à la bague, et la tension se transmet tout entière. Ce genre de métier est souvent substitué dans les filatures aux mull-jenny et self-actings, avec tout le bénéfice qui en résulte, comme prix de revient des filés, installation et finesse directement obtenue dispensant du deuxième filage.

Le *dévidoir mécanique* exposé est construit à 30 fils. Le compteur de tours y consiste en un pignon unique entraîné par une vis sans fin; il suffit de changer une plaque de fonte, appropriée suivant chaque espèce de hasplage, pour obtenir toutes les échevettes au nombre exact de tours indiqué sur la plaque.

La *machine à retordre* dite universelle, se distingue par l'application d'appareils d'arrêt de broche automatique, fonctionnant pour chaque broche et pour chaque fil séparément, aussitôt qu'un fil à retordre vient à casser.

La *carte ouvreuse de bouts*, utilisée pour ouvrir les déchets de filature, fils retordus, etc., en les rendant laineux et floconneux, travaille sur 1 mètre de largeur. Elle se compose d'une table alimentaire, deux premiers cylindres d'entrée cannelés, trois petits cylindres superposés et un « roule-ta-bosse » garni de fil de fer; le tambour a un diamètre de 0^m 560 et est surmonté de quatre travailleurs, d'un volant et d'un rouleau antiprojecteur.

La *carte pour laine peignée* exposée est une carte simple avec un avant-train de 0^m 900 de diamètre, ayant trois couples de travailleurs et détacheurs, un volant et un peigneur; le tambour principal a 1^m 200 de diamètre avec quatre couples de travailleurs et détacheurs, volant et peigneur.

Enfin, dans la *machine verticale à sécher, carboniser et déjarrer* la laine, le système consiste à faire tomber le textile doucement dans une colonne creuse en tôle, en sens inverse d'un courant d'air chaud. Ce mouvement lent est obtenu au moyen de tambours à claire voie munis d'une étamine métallique et tournant en sens contraire les uns des autres : la laine présente ainsi, chaque fois qu'elle rencontre un de ces tambours, une surface différente au courant d'air chaud, ce qui, en favorisant le séchage, la fait gonfler sans nuire à sa blancheur.

Nous arrivons maintenant à un autre ensemble de machines concernant plus spécialement le peigné, qui était exposé par la *Société alsacienne de constructions mécaniques*, réputée pour l'excellence de ses appareils en ce genre. Il comprenait : une *presse pour laveuse*, munie d'une chargeuse automatique; une *lisseuse* à gros rouleaux chauffés; une *carte simple*, grande largeur avec écharbonneur Offermann (ancien système); une *carte double* avec le même écharbonneur (nouveau système); un *étirage pour laine longue* à deux peignes et pots tournants; une *peigneuse Offermann-Ziegler*; un *étirage après peignage*, à frottoir Bazilier et vide-pots; un *étirage pour deuxième et troisième passages* avec casse-mèche électrique, frottoir et râtelier isolé; un *renvideur* de 240 broches avec arbre à deux temps; un *appareil de démonstration* pour le réglage des cintres de carte (destiné à l'École industrielle de Roubaix); enfin un

continu à anneaux pour laine peignée. Ce dernier a, entre autres, un caractère d'originalité par ses broches inclinées dont l'axe fictif prolongé est tangent à la circonférence du premier cylindre; le laminage lui-même est également incliné, de sorte que, par cette disposition, on rapproche beaucoup le point de tangence du fil sur le cylindre cannelé, du point de pincage du cylindre de pression, sans avoir les inconvénients d'un laminage dont la direction se rapproche de la verticale. Le système de laminage de pression est celui employé pour la laine peignée: quatre rangs de cylindres cannelés, cylindre de pression du premier rang avec pression à sellette et levier à contrepoids, ceux des trois autres rangs à pression libre.

Citons encore parmi les exposants qui présentaient un ensemble complet de machines, la *Société Vervétoise* (ancienne maison Houget et Teston). Nous y relevons un assortiment de trois cardes, un continu diviseur système Bolette, un renvideur et une échardeuse avec chargeuse Deru, système Houget et Teston.

Les trois cardes se composent de deux «droussettes» et d'une carder continue; elles sont munies de quatre, cinq et six travailleurs, ont le tambour, le peigneur, les travailleurs et les presseurs en fer avec fonds polis; le tambour peut, au besoin, être disposé pour recevoir des plaques de cardes, comme cela se pratique pour les machines à carder le coton. Les droussettes sont munies d'un tablier alimentaire et d'un appareil à former le matelas, au moyen d'un tambour ou d'un tablier sans fin de 10 à 15 mètres de long; la carder est munie d'un appareil continu à deux peigneurs à colliers: ces peigneurs ont leur mouvement indépendant pour régler leurs vitesses relatives suivant les laines et de manière à obtenir les bobines uniformes.

Le nouveau continu Bolette à lames d'acier voyageuses est aujourd'hui fort employé. Il obvie aux trois grands inconvénients qu'ont présentés jusqu'à ce jour les appareils diviseurs à lames fixes: encrassement continu qui oblige à arrêter le métier plusieurs fois par jour pour nettoyer les lames à la main avec un pinceau, usure rapide, et introduction à la main de la nappe dans l'appareil. Les lames de ce continu ont, en effet, un mouvement de va-et-vient extrêmement lent, qui empêche l'encrassement; le point de travail étant constamment déplacé par suite de leur mobilité, elles s'usent très uniformément; en outre, l'introduction de la nappe dans les continus ordinaires, travail difficile nécessitant l'intervention de trois à quatre personnes, est remplacé par l'introduction automatique système Bolette, qui se fait en un instant par l'ouvrier avec la plus grande facilité: tous les fils viennent à la fois sans qu'on ait à se préoccuper des lames diviseuses.

Le renvideur présente quelques dispositions nouvelles. Ainsi la plupart des engrenages moteurs sont supprimés et remplacés par une seule corde passant à double tour dans des poulies à gorges qui commandent tous les mouvements du métier; de plus, l'arrête-broches a un mouvement de rotation qui l'empêche de produire pendant le renvidage un effet nuisible.

Enfin, l'échardeuse Houget et Teston est bien connue: elle ouvre, écharde, bat et brise la laine, comme le font l'échardeuse à la main, le louvetage et le battage ordinaires, et à l'aide d'un ventilateur expulse la poussière qui s'en détache.

Comme dernière maison ayant exposé un ensemble de machines, nous citerons encore l'exposition de M. Ryo-Catteau, qui, à côté de métiers plus spéciaux au tissage, que nous examinerons plus tard, exposait une doubleuse pour l'alimentation des continus et des métiers renvideurs à retordre, une autre doubleuse spéciale pour fils de bonneterie, une pelotonneuse, une peseuse, une doubleuse-retordeuse, et un métier continu à retordre sur broches nues du système W. Lancaster.

Les doubleuses exposées ont notamment constitué un grand progrès dans l'industrie lainière. Dans cette spécialité, le fil étant très faiblement tordu, et cette torsion se déplaçant très facilement au plus léger frottement, on arrivait toujours, avec les anciennes «machines à

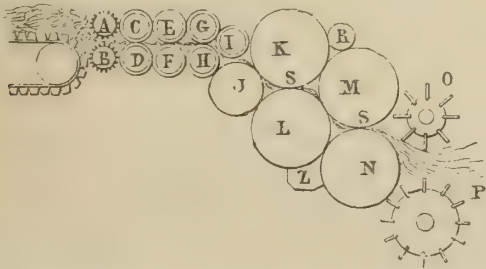


FIG. 1. — Étireuse-broyeuse pour l'échardeuse mécanique de la laine.

réunir», à un déchet considérable et à une production des plus faibles; il en était de même pour les fils de coton en numéros fins ou en matières de qualité secondaire: la doubleuse, pour l'alimentation des continus réalise le résultat demandé.

La doubleuse pour bonneterie, disposée de manière à réunir 16 à 18 fils, permet aussi de travailler les fils les plus floches et a fait presque entièrement disparaître le doublage à la main.

La pelotonneuse est disposée pour faire toutes les pelotes indistinctement et possède l'avantage de pouvoir faire la pelote «carreaux» mécaniquement.

La doubleuse-retordeuse est disposée pour faire simultanément les deux opérations du doublage et du retordage. Au moment de la rupture d'un fil, un casse-fil y produit l'arrêt instantané de la bobine correspondante. La production est considérable et le retors produit bien perlé.

Enfin la peseuse dévide les fils des écheveaux dans des pots en tôle

pesant tous exactement le même poids et placés sur les plateaux de balances de précision; lorsque l'un des pots contient le poids de laine voulu, le fléau de la balance correspondante oscille et fait fonctionner un mouvement de débrayage: on obtient ainsi une série de pots contenant tous le même poids de laine et qu'il ne reste plus qu'à placer derrière la pelotonneuse.

Nous passons à des expositions de moindre étendue, mais dont quelques-unes présentaient des machines constituant de réels progrès sur les machines classiques.

Dans l'étireuse broyeuse de M. Parfait-Dubois, construite par MM. N. Schlumberger et C^{ie}, l'écrasage du chardon est précédé du démêlage et de l'étirage de la laine brute lavée, afin de dégager le chardon contenu dans le textile pour qu'il se présente nu et découvert. Ces opérations préliminaires se pratiquent à l'aide de cylindres recouverts d'une épaisse couche de caoutchouc d'une composition déterminée. Le démêlage se fait (fig. 4) à l'aide des rouleaux alimentants AB, garnis de pointes ordinaires, et l'étirage à l'aide des cylindres CDEFGH et IJ, conducteurs de la laine en KL. La laine arrive ensuite sous les cylindres KLMN pour subir la seconde opération, l'écrasage; elle y arrive sans solution de continuité, ne pouvant plus se replier sur elle-même et emprisonner de nouveau le chardon, ce qui est très important. En sortant de ces cylindres lisses, le chardon n'est plus qu'une pâte aplatie, se désagrégeant à la carder en une vraie poussière; les voltigeurs OP reprennent la laine à MN. La production de cette machine est de 1010 kilogr. de lavé à fond en 10 heures.

Une autre machine intéressante est le gill-box à vis sans cames et à barrettes intermédiaires qu'avait exposé M. G. Riche, de Roubaix. Les vis et les cames, telles que les comporte le mécanisme ordinaire, sont des organes difficiles à exécuter: elles exigent les connaissances et la pratique d'ouvriers spéciaux, parce que le tracé et le montage varient avec chaque numéro de gill-box. De plus, si l'on considère la course verticale des barrettes dans tout gill-box donnant en moyenne 200 à 300 coups de barrette à la minute, on constate que chaque barrette est animée d'une vitesse de 0^m600 à 1 mètre par seconde pendant cette période, et qu'à cette vitesse excessive, elles quittent les vis de dessous dont la marche est en avant, pour venir s'emboîter sans transition dans les filets de la vis de dessous, dont la marche est en arrière et à retour brusque: c'est une sorte de balistique qui a pour

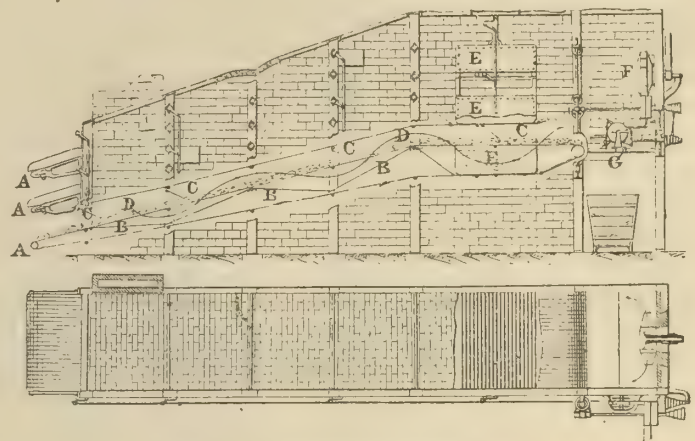


FIG. 2. — Séchoir carboniseur pour laine.

conséquence la ruine rapide du mécanisme. Le principe du système imaginé par M. Riche consiste à ne faire parcourir à la barrette, soit à la montée, soit à la descente, que la moitié seulement de la course verticale qui existe entre l'axe de la vis de dessus et l'axe de la vis de dessous; amenée dans cette position intermédiaire, elle y reste stationnaire jusqu'à ce que, les vis ayant fait une nouvelle révolution, la barrette voisine, actionnée par le même mécanisme, prenne sa place en la chassant verticalement pour l'engager dans l'une ou l'autre vis.

A signaler aussi la curieuse machine à dévider, peser et peloter de M. L. Mouchère. Elle se compose d'une balance munie d'un récipient destiné à recevoir le fil qui doit former la pelote; aussitôt que la quantité de fil est atteinte, un déclenchement électrique arrête le dévidage suivant le poids qu'on a mis à l'avance dans l'autre plateau de la balance; l'ouvrière coupe alors le fil et remet la machine en mouvement pour une autre pelote. Le courant électrique est fermé ou ouvert au moyen d'aiguilles plongeant dans des bains à mercure. Lorsque le poids est atteint, le plateau tombe, fait sortir la balance des godets à mercure, le courant est interrompu, et le dévidage du fil s'arrête. Les pesées sont très exactes.

Au milieu des métiers de tissage exposés par la maison V^e Mathieu Snoek, était représenté en réduction un séchoir-carboniseur pour laines. Ce séchoir se compose (fig. 5) d'une ou plusieurs toiles sans fin A, qui cheminent d'un bout à l'autre d'un couloir en maçonnerie, et sur lesquelles la matière à sécher est étalée. Entre le brin supérieur de ces toiles et le brin inférieur se trouvent des cloisons en tôle B, qui interceptent toute communication et rendent chaque étage indépendant l'un de l'autre. Des clapets C, qui reposent sur la matière, empêchent l'air de passer directement et le forcent à traverser cette matière, en suivant les courbes indiquées par la flèche D. Une chaufferie tubulaire E existe à chaque étage; un ventilateur F lance dans l'appareil l'air destiné à sécher activement la laine. Celle-ci est étalée en A pendant que la table est au repos; cette opération terminée, c'est-à-dire après 3, 4 ou 5 minutes, ce qui se règle à volonté, un

mouvement automatique fait lever les clapets C, afin de permettre à la laine de passer, et simultanément le tablier se met en marche. Aussitôt que la partie étalée est entrée dans le séchoir, le mouvement s'arrête automatiquement et les clapets se referment. Lorsque la matière arrive à la sortie du séchoir, elle a été traversée six fois par l'air alternativement de haut en bas et de bas en haut; elle tombe alors sur le clapet de sortie G, qui s'ouvre et se ferme également à l'aide du mouvement automatique, et de là dans un wagonnet qui la transporte au dehors. La dernière portion de laine qui se trouve à l'extrémité de l'appareil vers la sortie est traversée par un courant d'air qui n'a pas encore passé par la chaufferie, comme le montre la figure, et se trouve conséquemment à la température extérieure. Il refroidit instantanément celle-ci, qui peut être emballée immédiatement, sans qu'il soit besoin de la manipuler dans les greniers refroidisseurs. La conduite de ce séchoir ne nécessite qu'un seul ouvrier étaleur.

Notons enfin le spécimen de métier continu pour trames de laine ou de coton, exposé par M. Augustin Vimont, perfectionné sur le type bien connu de 1878, et dont les principales dispositions sont le mode de commande des broches par courroie sans fin, la disposition de l'organe envideur du fil sur la broche, qui permet de filer un fil floche tout en l'enroulant sur un petit diamètre, le rapprochement des organes d'étirage, l'obliquité des cannelés et leur mode de commande par courroie.

MATÉRIEL DE LA FILATURE DE SOIE

(Classe 54.)

M. Bataglia exposait un métier à filer la soie de 4 bassines et deux batteurs mécaniques des systèmes courants à la tavelle et à la Chambon, avec un appareil pour extraire la buée. Ce métier, tout à fait classique, ne présente rien de nouveau, mais comme la construction en permet l'application de tout système de jette-bouts, le constructeur y a joint les attache-fils de M. Léon Camel.

Cet appareil de M. Camel, construit par les Chantiers de la Buire, est destiné à obtenir mécaniquement le jet des bouts ou brins de cocons. Il se compose de trois parties : une pièce en bronze dont la tige cylindrique coulisse dans la douille d'un support en fonte fixé au moyen d'un écrou sur le platelage de la bassine; un tube vertical en acier sur lequel sont soudées une poulie à gorge et une lentille, et un tube central en cuivre portant à la partie supérieure et à la partie inférieure une agate percée et servant de guide au faisceau des brins dont le fil est formé. L'appareil ainsi construit fonctionne de la manière suivante : le tube en acier reçoit par un cordon qui passe sur la poulie à gorge un mouvement de rotation d'environ 1800 tours à la minute; si l'on approche de sa lentille un brin de soie légèrement tendu entre le doigt de la fileuse et le cocon dont il provient, ce brin est saisi brusquement par cette lentille et il se plie en deux parties qui tendent à prendre une direction horizontale; la première partie s'enroule autour du tube au-dessus de la lentille et y adhère; la seconde s'attache et s'enroule autour de la portion du tube qui se trouve au-dessous. En même temps, le cocon, maintenu par son propre poids, se dévide de telle sorte que le brin, après avoir accompli deux ou trois rotations autour de l'extrémité inférieure du tube, est projeté contre le faisceau descendant presque horizontalement si la vitesse de rotation est suffisante. Ce faisceau montant produit sur le bout de brin violemment projeté l'effet d'un obstacle; le brin se brise, soit sur cet obstacle même, soit en un point compris entre le faisceau et le tube en acier, c'est-à-dire sur une longueur qui, en aucun cas, ne peut excéder la distance de 2 ou 3 millimètres. L'extrémité du brin se trouve engagée sous un autre brin qui le relie intimement au fil déjà formé, ainsi que permet de le constater un examen au microscope.

Les Chantiers exposaient également : des asples de filature, système Camel, indépendants, à petit guindage, permettant dans certains cas de ralentir le dévidage, et pouvant être installés sur d'anciennes bassines; des métiers à filer spéciaux, dits à petit ou grand guindage, suivant le diamètre (0^m50 ou 0^m75) des asples ou guindres sur lesquels s'enroule la soie; enfin des batteurs mécaniques (systèmes Nourrit-Buire et Coren-Buire) dans lesquels, par un seul coup de levier, on soulève toutes les brosses, qui immédiatement s'arrêtent; on charge ensuite chaque bassine de la quantité de cocons jugée convenable, puis on baisse le levier; d'eux-mêmes les balais commencent alors leur opération, et ils la continuent jusqu'au moment où, après un certain nombre de coups de battage réglable à volonté, un déclencheur spécial les arrête et les relève automatiquement.

Nous ne pouvons pas, à propos de la soie, et bien qu'ils relèvent plutôt de l'industrie chimique, ne pas mentionner au moins les appareils à fabriquer la soie artificielle, de M. de Chardonnet. L'inventeur fait passer à travers une filière une cellulose octaédrique pure obtenue au moyen de cotons et de pâtes sulfureuses de bois tendre, dissoute à raison de 6,5 % dans un mélange de 38 parties d'éther et 42 d'alcool. Il obtient ainsi un fil transparent, à éclat soyeux, dont la densité (1,49) est comprise entre celle des grèges (1,66 environ) et celle des soies cuites (1,43 environ), dont la charge de rupture est un peu moindre et l'élasticité analogue.

ALFRED RENOARD,
Ingénieur-expert.

(A suivre.)

ÉCHARDONNAGE DES LAINES EXOTIQUES

Le problème de l'échardonnage des laines est un des problèmes industriels qui ont nécessité le plus de recherches longues, laborieuses et onéreuses.

Lorsque commença l'emploi des laines exotiques, surtout celles de la Plata, on se trouva en présence d'une difficulté si grave, que leur emploi ou du moins leur adoption définitive subit un temps d'arrêt assez prolongé.

Le défaut de ces laines tient à la quantité énorme de chardons, ou mieux de graines de trèfle (*medicago sativa*) qu'elles contiennent. Cette graine est renfermée dans une enveloppe rugueuse composée de filaments très ténus enroulés sur eux-mêmes en forme de spirale, se déroulant au travail, et qui viennent se mêler parallèlement aux filaments de laine, de façon que dans le fil et ensuite dans le tissu ils constituent un défaut apparent.

On chercha aussitôt à éliminer ce corps végétal, et on désigna par le mot échardonnage cette opération.

La maison Houzet et Teston et ensuite Célestin Martin de Verviers furent et sont encore les maisons de construction qui préconisèrent le plus les machines spéciales dans ce but. L'épauillage chimique progressa en même temps. Mais ces machines ne sont applicables qu'aux laines à cardes, et l'épauillage de la laine, tout en étant employé sur une vaste échelle, est et sera toujours vicieux, car le contact d'un acide avec un corps aussi sensible que la laine ne peut que lui nuire à la longue.

Le peignage de la laine a donc, pendant plus de 30 années, eu à lutter contre cet inconvénient, et n'a subi à ce sujet que peu de modifications pendant cette période.

Ce n'est guère qu'en 1883, que cette industrie fit un grand pas à ce point de vue, et c'est la maison Harmel frères, du Val-des-Bois, se-

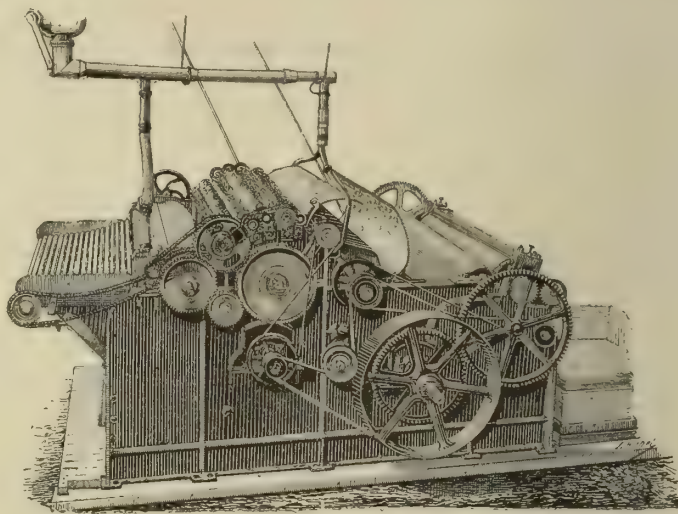


Fig. 4. — Machine pour l'échardonnage des laines à l'état brut.

condée par la maison Jonathan Holden, de Reims, qui, la première, se signala par l'application à la carde du peignage, d'une paire de cylindres dont un cannelé et destiné à sectionner ce filament végétal contenu dans le ruban de cardé.

Leur idée, trouvée d'abord par la maison Offerman, de Leipzig, avait été réalisée, mais abandonnée ou à peu près à la suite d'essais très douteux. Ces constructeurs reprirent ce brevet et furent assez heureux pour obtenir un résultat qui eut un moment de vogue, mais qui est aujourd'hui à peu près abandonné. Le retentissant procès qui eut lieu entre eux et la maison Isaac Holden, de Croix, attira alors complètement l'attention de l'industrie du peignage sur ce côté faible de la fabrication. La maison de Croix avait mis déjà en activité l'idée erronée de travailler par l'épauillage les laines à peignes; mais, après avoir dépensé des sommes considérables, elle s'aperçut qu'elle faisait fausse route.

C'est alors que chaque peigneur voulut avoir son échardonnage; ce fut une véritable course au clocher pour savoir quelle fabrique laisserait le moins de chardons dans son ruban.

La maison Buret père et fils, de Tourcoing, se basant sur l'écrasement du chardon à l'état brut, produisit une machine composée de trois paires de cylindres superposés, avec un écartement de quelques dixièmes de millimètre entre eux, qui écrasait dans la laine, après lavage, tout ce qui s'y trouvait, sans distinction, ni triage préalable.

La maison Parfait Dubois, ou mieux M. Meselle, présenta alors une machine dans le genre de la précédente, mais qui faisait subir à la laine un étirage avant son entrée dans les rouleaux broyeurs.

Vers la même époque, la maison Isaac Holden, de Croix, pour pallier l'effet déplorable de sa déclaration en contrefaçon d'Harmel frères, elle annonça qu'elle avait trouvé ou du moins acheté à M. Colson de Tourcoing, une invention applicable à la carde, et qui était le *desideratum* si longtemps cherché.

Cette invention, qui consistait à faire tourner les chasseurs de droite à gauche au lieu de gauche à droite, n'eut pas grand succès ni résultat, et l'on n'en parle plus guère aujourd'hui.

En 1884, au moment où MM. Harmel faisaient paraître leur brevet, M. Frayssé, peigneur de laine à Anvers, présentait une machine basée sur l'échardonnage de la laine à l'état brut au moyen de l'eau.

Le principe sur lequel s'appuyait l'inventeur était celui-ci : enlever sur la laine brute les chardons par l'eau froide, sans la travailler, de

façon que, séchée, elle puisse être revendue comme laine lavée à dos épurée de tous ces chardons.

Il se basait sur ce que, dans la laine brute, le chardon se trouve naturellement fixé à l'extrémité du filament; il est là dans son état naturel, très peu adhérent, retenu seulement par quelques aspérités, car il n'a fait que s'accrocher à la bête au moment de son passage au milieu des pâturages. En conséquence, il doit être bien plus facilement et plus radicalement extrait que lorsque la laine a reçu le moindre lavage, car il est alors enchevêtré dans l'intérieur de la toison, et emprisonné dans de nombreux filaments.

La machine que présentait alors cet inventeur, se composait essentiellement d'un grand tambour creux, muni à l'extérieur d'aiguilles fines et très rapprochées. Il étalait la laine sur la surface de ces aiguilles, et, au moyen de l'eau froide comprimée, il faisait pénétrer la laine entre ces aiguilles; le chardon dénudé et plus volumineux restait pointé à l'extrémité des aiguilles, d'où il était facilement enlevé. Quant à la laine, c'était encore de l'eau qui, jaillissant de l'intérieur du cylindre à l'extérieur, l'entraînait au dehors.

Le travail était bon, mais la machine, vu sa faible production, n'était pas encore industrielle.

Cependant le principe de l'invention fut reconnu rationnel, avantageux, et comme pouvant donner un jour la solution cherchée, c'est-à-dire l'échardonnage radical de ces laines. Des capitaux considérables furent alors mis à la disposition de M. Frayssé pour aider aux perfectionnements.

Pendant quatre années consécutives, cette invention a été constamment améliorée et pendant cette période son auteur a pu en chercher l'application industrielle. A cette invention est venue entre temps s'en adjoindre une autre, qui a permis d'un seul coup de tripler la production de la machine tout en la perfectionnant au point de vue de la nudité des chardons; il s'agit des appareils alimentaires du comte de Nyoprusa, aujourd'hui reconnus comme ce qu'il y a de mieux dans ce genre.

C'est au mois d'août 1889 qu'on a pu enfin obtenir une machine donnant un résultat complet sous tous les rapports.

La machine que présente aujourd'hui l'inventeur a fait ses preuves; elle laisse loin derrière elle tous les autres systèmes, car elle nous montre de la laine brute radicalement échardonnée. Sans préparation aucune, si ce n'est la perte de 50 % de sables et de corps étrangers, le produit, après séchage, peut être emballé et revendu comme laines brutes lavées à dos sans chardons.

Aussi c'est vers les pays de production qu'on a envoyé les premières machines construites, afin d'y traiter les laines à bas rendements et de leur faire peser 50 % de moins en les améliorant.

L'adoption de ce traitement en Europe rencontrera certainement bien des objections, surtout au point de vue des matériels d'usine déjà installés, mais il est trop logique, trop avantageux, pour qu'il ne s'impose dans un temps plus ou moins long. Il est le seul qui croyons-nous puisse garantir une marche régulière dans le peignage, parce qu'il permet de ne pas laisser un seul chardon dans la laine avant d'en commencer le travail.

Voici, d'après les constructeurs de cette machine, les rendements qu'ils peuvent garantir :

Pour 1 kilogr. minimum de laine brute à la minute, elle enlève 85 à 90 % de chardons et écrase les autres 15 à 10 % de manière à les réduire en poussière, quelle que soit la nature et la qualité de la laine. Elle sort de la laine brute environ 50 % de son poids primitif, lui laissant 45 % de matières grasses et nutritives. Le rendement des laines ainsi traitées et séchées est, de 75 % en lavé; un essai fait au peignage d'Hoboken-lez-Anvers n'a donné sur ventres et morceaux que deux chardons sur 420 mètres de ruban.

La machine occupe un espace de trois mètres carrés; elle prend 1 cheval $\frac{1}{2}$ de force et consomme 2 à 3 mètres cubes d'eau par jour.

H. B.

LE MATÉRIEL DE LA NAVIGATION ET DU SAUVETAGE

à l'Exposition de 1889 (classe 65, groupe VI).

(Suite et fin¹.)

Matériel de navigation. — Les ateliers de constructions mécaniques de Lyon et d'Arles, de la maison Henri Satre, exposaient plusieurs modèles, des photographies et des plans de divers bateaux, dragues, machines, etc., qu'ils ont construits pour la France et l'étranger.

Nous citerons un beau modèle, au vingtième, d'une drague marine à hélice, de 300 chevaux de force et du type de celles qui ont été construites pour le gouvernement espagnol, et qui mesurent 46 mètres de long, 8 mètres de large et 3^m50 de creux; leur machine compound actionnée, à volonté, l'hélice ou l'appareil dragueur au moyen d'un embrayage à friction. Deux autres modèles, également au vingtième, représentaient un remorqueur à hélice de 300 chevaux, le *Borinquen*, construit pour la Junta des travaux du port de San Juan de Puerto Rico, et le paquebot à roues *Prince Mohamet Aly*, construit pour la navigation du Nil, et mesurant 51^m54 de long, 6^m25 de large et 2^m14 de creux. Ce dernier s'est rendu en Egypte par ses propres moyens et malgré son faible tirant d'eau. Deux modèles, au cinquantième, représentaient le vapeur à roues *Igara*, construit pour la Compagnie du Sénégal et de la côte occidentale

d'Afrique, et le remorqueur et porteur à roues l'*Armand Dumeau*, de 800 chevaux, construit pour le service du remorquage sur la Garonne et la Gironde.

Un demi-modèle du remorqueur de mer, de 200 chevaux, la *Camargue*, représentait le type de plusieurs autres remorqueurs construits dans ces chantiers pour les ports de Marseille, Barcelone, Manille, etc. Un beau modèle de machine à triple expansion, représentant un appareil moteur de 2500 chevaux, était disposé de façon à faire mouvoir un globe terrestre de 1 mètre de diamètre et placé à proximité. On se rend compte, à première vue, que toutes les pièces en mouvement sont très accessibles. La distribution, système *Klüg*, avec un seul excentrique, réduit au minimum les organes du changement de marche, donne une distribution meilleure que le système par coulisse, et a l'avantage, sur la distribution Marshall, de ne pas exiger de grandes courses d'excentriques.

Parmi les photographies exposées, on voit celle de *Rameses*, paquebot à roues de 68^m50 de long et de 400 chevaux, le plus grand de ceux qui naviguent sur le Nil; celle du vapeur à deux hélices le *Conquy*, de 40 mètres de long, construit pour la Compagnie des factoreries du Gabon, et qui s'est rendu de Marseille à Libreville par ses propres moyens; celle du bateau-pompe à grand débit, avec pompes centrifuges à éjecteur circulaire du système Decœur et pouvant élever 2000 litres d'eau par seconde, destiné à l'alimentation des eaux de la Camargue; celle d'un vapeur-citerne à deux hélices et d'un transbordeur à hélice de 130 chevaux, construits tous deux pour la Compagnie du canal de Panama; celle d'un toueur à traction sans feu, construit pour le service des Ponts et Chaussées, et destiné à la traversée du souterrain de Mauvage, qui a 5250 mètres de longueur et un kilomètre de tranchées; etc...

Parmi les grands plans exposés, on voyait ceux des petits vapeurs de 28 mètres de long *Sergent Malmine* et *Eclaireur*, qui sont actuellement en construction pour servir d'annexes aux paquebots du service postal du Havre à la côte occidentale d'Afrique. Le premier a 5^m50 de large, 2^m80 de creux et une machine de 130 chevaux; le second a la même largeur, mais son creux n'est que de 1^m75. Un autre plan représentait la *Ville d'Alais*, bateau-écluse de fleuve, de 800 chevaux de force et de 83 mètres de longueur. Ce bateau s'enfonçait de la quantité voulue pour recevoir un chaland chargé de 225 tonnes de marchandises; la porte de l'arrière se referme ensuite et l'épuisement se fait en même temps que l'on épontille le chaland. Ce bateau-écluse a pour but de transporter, de Port-L'Ardoise à Arles, des chalands calant 2^m30 dans des parages où le Rhône n'a guère que de 1^m30 à 1^m50 de profondeur. Le bateau-écluse, chargé de son chaland, ne cale que 1^m10 lorsque toute l'eau a été épuisée. Ses machines, ses roues et sa chaudière se trouvent à l'avant du bateau. En même temps qu'il porte son chaland, le bateau-écluse peut remorquer un autre chaland de 110 tonnes. Pour donner plus de légèreté à sa construction, son bordé extérieur, sa fondure, les parois verticales de l'écluse et des caissons étanches sont en acier; le pont est en tôle quadrillée.

L'exposition de MM. Fleming et Ferguson comportait : 1° le modèle du yacht à vapeur *Skeandhu*, le premier navire qui ait été pourvu d'une machine à quadruple expansion du type imaginé par ces constructeurs et dont nous parlerons plus loin; 2° un modèle de la drague à trémies *Auckland*; 3° des photographies de machines, du yacht *Grace Darling* et de plusieurs autres, notamment celle de la drague *Gladstone*, portant son propre propulseur et déchargeant sur chalands.

La chaîne à godets se trouve en porte-à-faux par rapport à la coque, de manière à permettre à l'appareil de creuser son propre bassin. Les deux côtés de la coque sont fortement entretoisés, et la drague tient très bien la mer.

La photographie de la drague *Velez Sarsfield* la représentait avec la mâture provisoire dont elle avait été grée pour se rendre à Buénos-Ayres, avec son élinde couchée sur le pont, et le puits (qui servait de soute à charbon) recouvert. Elle est pourvue de 2 paires de machines à quadruple expansion d'une puissance collective de 600 chevaux, et peut draguer 500 tonnes à l'heure à 9^m15 de profondeur.

Le modèle de la drague à trémies montrait une élinde à déplacement longitudinal (système breveté), qui a pour but de permettre à la drague de former son propre bassin. On sait que, sur les dragues ordinaires, ce résultat est obtenu en actionnant la chaîne à godets par l'engrenage principal; mais ce système offre des inconvénients, car s'il survient une avarie à la roue principale de commande, et, lorsque cela se produit au moment où la chaîne à godets se trouve en avant de la coque, on ne peut plus la faire revenir en arrière, et, à la marée descendante, la drague porte sur l'élinde, ce qui occasionne de sérieuses avaries à la coque. La disposition adoptée par MM. Fleming et Ferguson remédie à cet inconvénient, car la commande du mouvement longitudinal est entièrement indépendante de celle qui détermine le dragage : elle est empruntée à une paire de machines auxiliaires affectées spécialement à cet objet. L'emploi des dragues à trémies ou dragues porteuses, c'est-à-dire pouvant aller décharger au large leurs déblais, permet de réaliser d'importantes économies comparativement aux dragues fixes qui déversent leurs déblais dans des porteurs. Les portes des trémies se manœuvrent à la vapeur.

Le nouveau type de machine à quadruple expansion de la même maison nous paraît réaliser un principe nouveau dans la construction des machines marines. Les quatre cylindres sont au même niveau et placés deux de chaque côté du plan passant par la quille et l'arbre de couche; les deux manivelles sont calées à 180 degrés, disposition qui supprime les points morts; la distribution s'effectue par des tiroirs à double piston placés au centre du groupe, ce qui donne une disposition très compacte et facilement accessible.

Les tiges des pistons actionnent des pièces triangulaires en acier fondu, qui remplacent les bielles. Chaque pièce triangulaire a son

¹ Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 3, p. 63.

sommet formé par les coussinets qui enserrant la soie de la manivelle ; les deux autres extrémités, qui forment la base, sont fixées au bas des tiges des pistons placés dans le même plan transversal. Les deux pistons de chaque paire de cylindres ne montent ni ne descendent en même temps, l'un se trouvant toujours un peu en avance sur l'autre, ce qui fait qu'il n'y a pas de point mort.

Les deux manivelles sont directement opposées l'une à l'autre, et l'effet produit est le même que s'il y avait quatre manivelles calées à 90 degrés l'une de l'autre. Il en résulte que la machine est parfaitement balancée et que le renversement de marche s'opère très facilement.

Avec ce système de machine, chaque cylindre est facilement accessible, tandis que dans celles du système Brock, où les cylindres sont superposés en tandem, deux à deux, on est obligé d'enlever le cylindre du dessus pour visiter celui du dessous. Cette disposition fait gagner de la place en longueur, l'ensemble pèse moins, les cylindres sont moins élevés et il y a moins de parties frottantes. Un autre avantage de ce type de machine, c'est que, en cas d'avarie à l'un quelconque des cylindres, la machine n'en continuera pas moins à fonctionner avec les deux cylindres de la partie avant ou arrière restée en bon état. Pour dix chevaux de force, le poids des machines et des chaudières pleines d'eau n'est que d'une tonne anglaise (1015 kilogr.), en y comprenant les colonnes en fonte et le condenseur.

La plus grande machine de ce type a été construite pour le vapeur *Singapore*, et elle développe 1800 chevaux indiqués.

L'exposition de MM. W^m Simons et C^{ie} comprenait : 1^o une drague à trémières et à deux hélices, construite pour le port de Belfast ; 2^o un ferry-boat (bac à vapeur) à quatre hélices, avec un pont qui s'élève ou s'abaisse à volonté ; 3^o une drague à deux hélices, construite pour le port de Melbourne.

Des trois modèles exposés, le plus intéressant était celui du bac à vapeur à plate-forme montante et descendante, qui a été construit à Renfrew, pour le transport des passagers et des voitures d'une rive de la Clyde à l'autre. Sa longueur est de 24^m 40 et sa largeur de 13^m 10. La plate-forme s'étend d'un bout à l'autre du bateau et occupe environ les deux tiers de sa largeur ; on la fait monter ou descendre au moyen de six vis en fer forgé actionnées par une machine à triple expansion. La hauteur à laquelle la plate-forme peut être élevée est de 4^m 27, à partir de sa position la plus basse. La partie centrale de la plate-forme est réservée aux véhicules et les abords aux piétons. Le bac peut transporter 200 passagers et 8 voitures attelées, à chaque voyage. Il est mû par deux paires de puissantes machines à triple expansion, actionnant chacune deux hélices placées sur le même arbre, c'est-à-dire une à l'avant et l'autre à l'arrière et du même bord.

Cette disposition de plate-forme a pour but de supprimer les plans inclinés mobiles qui existent sur les débarcadères des rivières et ports à marées, afin de permettre aux passagers et aux voitures de passer du pont du bac sur le wharf de débarquement et réciproquement.

Ce type de bac à vapeur peut également être utilisé pour le transport des rails et des wagons, ainsi que pour le débarquement des troupes, des chevaux et de l'artillerie. Dans ce dernier cas, il accoste le long du bord du transport ou du navire de guerre, en mettant sa plate-forme à la hauteur du pont du navire, et il manœuvre de la même façon en revenant le long du quai pour opérer son débarquement.

La drague *Belfast* n° 3, qui peut porter 800 tonnes de débris, est à deux hélices ; les godets sont en acier et peuvent draguer 600 tonnes à l'heure. Les deux machines compound qui actionnent les hélices servent à faire fonctionner la chaîne à godets. La drague est éclairée au moyen de la lumière électrique. Elle mesure 56^m 38 de long, 11^m 58 de large et 4^m 57 de creux.

L'autre drague est aussi construite en fer et mesure 64 mètres de long sur 10^m 66 de large et 3^m 35 de creux ; ses godets en acier peuvent draguer 1 000 tonnes à l'heure et creuser à une profondeur de 10^m 65. Elle est mue par deux machines compound d'une force collective de 1 000 chevaux, et elle peut travailler nuit et jour, grâce à son installation de lumière électrique.

Une grue flottante de 50 tonnes, construite par MM. Hunter et English pour les nouveaux docks Tilbury de Londres, était exposée dans la section anglaise avec un gros canon suspendu à l'extrémité de l'appareil.

Il y avait aussi un modèle représentant un chaland à vapeur et à trémie pouvant déposer une sorte de sac contenant 100 tonnes de béton. Ce chaland est employé aux travaux du port de Newhaven.

La Société générale des Forges et Ateliers de Saint-Denis exposait les plans d'une canonnière démontable construite pour le Haut-Niger et ceux des bateaux-express de la Seine qu'elle a construits. Ces derniers mesurent 29^m 20 de long sur 4^m 80 de large et 2 mètres de creux.

M. J. Durenne exposait des dessins et modèles d'embarcations à vapeur, des hélices et un compresseur d'air (du système du capitaine Krebs), en usage au corps des sapeurs-pompiers de la ville de Paris pour feux de caves, travaux d'égouts, puits, etc.

M. Arsène Suc exposait un crapaud roulant pour déplacer les fardeaux pesant 25 tonnes, un ber roulant avec billes guidées, sans essieux, pour mettre à l'eau et haler à sec les embarcations, etc.

La maison Geneste, Herscher et C^{ie} exposait des fours de bord, une étuve à vapeur pour la désinfection à bord, les plans d'un chaland de désinfection, des ventilateurs Ser avec leur moteur, etc.

M. Eug. Blanc exposait un microphone pour éviter les collisions en mer et MM. Chateau exposaient des horloges marines, des marégraphes et un fluviographe ; celui-ci a un cylindre faisant un tour en deux mois et enregistrait les niveaux d'amont et d'aval des écluses et celui des crues.

La maison Turlot exposait de nombreux échantillons de chaînes-câbles, d'ancres, de grappins et de clous pour la marine.

Mais les plus grosses ancres et chaînes exposées étaient celles de l'établissement national de Guérisny-la-Chaussade : il y avait deux ancres de 6 000 kilogr., avec un maillon de chaîne de 72 millimètres de diamètre, semblable aux câbles-chaînes employés à bord de nos grands navires de guerre.

La Société générale des peintures sous-marines exposait ses produits et les différentes couches de peinture que l'on emploie pour les œuvres vives et la flottaison, selon qu'il s'agit de la première ou de la seconde couche.

M. Jacquemier, capitaine de frégate en retraite, exposait un intégromètre appliqué à l'indicateur de Watt un intégromètre-indicateur de la force en chevaux d'une machine, un cinémomètre, type marine, avec une transmission électrique synchrone et un cinémomètre appliqué au loch à hélice. On sait que le cinémomètre est un instrument ayant pour but de fournir une indication continue de la vitesse de rotation d'une machine, sans employer la force centrifuge, et par la mesure directe du chemin parcouru par l'arbre de cette machine dans une certaine période de temps.

Yachting. — La navigation de plaisance était largement représentée dans cette classe, et l'intéressante exposition du « Yacht club de France » a obtenu un grand prix. On y admirait le modèle du yacht à vapeur l'*Eros* qui appartient au baron Arthur de Rothschild. Ce magnifique navire a été construit en Angleterre, en 1885 : sa jauge de douane est de 633 tonneaux, sa longueur entre perpendiculaires de 74 mètres, sa largeur de 8^m 24 et son tirant d'eau de 4^m 60. Il est gréé en goélette avec 3 vergues au mât de misaine ; sa machine compound développe 1350 chevaux, et il a réalisé 14 nœuds aux essais.

Le Cercle de la voile de Paris, le cercle nautique de France et le Rowing-club exposaient d'élégants modèles de bateaux et M. Frébourg un bateau d'un tonneau avec sa voilure complète.

M. Pérignon, Ingénieur, exposait plusieurs modèles intéressants de yachts. Les blocs de la *Mouquette* et de quelques autres yachts à voiles permettaient de se rendre compte des principaux types construits pendant ces dernières années.

La Société des ateliers et chantiers de la Loire exposait un beau modèle du yacht à vapeur le *Saint-Joseph*, qui appartient à la république d'Haïti.

M. Tellier exposait deux canots de luxe, l'un du style Louis XIV, avec de la place pour 4 rameurs en couple ou en pointe, une chambre d'arrière pour 3 personnes ; l'autre style Louis XV, avec deux bancs pour rameurs en couple, et une chambre pour 2 personnes.

M. Eug. Pombas, exposait un nouveau propulseur à palette qui permet à la personne assise sur le siège et tournée en avant, de faire avancer le bateau, en imprimant, avec les deux poignées, un mouvement d'avant en arrière qui, par l'intermédiaire des manivelles et leviers d'articulation, transmet l'impulsion à la palette.

Dans la section suisse, la maison Escher, Wyss et C^{ie} exposait un élégant canot pourvu d'un moteur actionné par de la vapeur de naphte, avec laquelle on obtient un effet utile supérieur à celui de la vapeur. Le naphte ayant la propriété de se transformer en vapeur et de se condenser ensuite beaucoup plus facilement que l'eau, il en résulte que, pour obtenir le même rendement de force, la chaudière à vapeur de naphte peut être beaucoup plus petite que celle à vapeur d'eau. Comme le naphte sert aussi de combustible pour chauffer la chaudière, le foyer est naturellement des plus simples. La machine et la chaudière prennent par conséquent relativement peu de place et sont très légères. Il suffit de quelques minutes pour mettre la chaudière en pression. La flamme du brûleur est réglée d'avance et, une fois le bateau en marche, il n'est pas nécessaire de s'en occuper.

L'embarcation exposée peut contenir, dans son réservoir placé à l'avant, une provision de naphte lui permettant de marcher pendant 24 heures environ. De ce réservoir, le naphte se rend à la chaudière par un tuyau en cuivre passant dans le fond du bateau, et la vapeur, après avoir agi sur les pistons, se condense dans des tuyaux longeant la quille extérieurement pour retourner ensuite dans le réservoir à l'état liquide. La machine et sa chaudière se trouvent à l'arrière ; tout le milieu est disponible pour les promeneurs.

MM. Forrestt avaient exposé un modèle d'une chaloupe à vapeur de sauvetage destinée à l'amirauté, le modèle d'une baleinière en acier et démontable du type de celles qui ont été construites et expédiées en Afrique pour aller au secours d'Emin-Bey, et un autre modèle représentant un bateau mû par deux roues placées à l'arrière, de 15^m 25 de long sur 4 mètres de large et 0^m 70 de creux, et ne calant que 0^m 40 chargé.

Cartes. — M. R. Vuillaume, directeur du journal le *Yacht*, avait exposé une série de cartes spéciales pour la navigation intérieure (voies navigables de l'Est et du Nord de la France). Ces cartes sont à grande échelle (au 1/50 000) ; elles sont très claires, et donnent tous les détails qui peuvent intéresser les industriels et les navigateurs. Elles sont le complément, en quelque sorte, de l'utile publication qu'a fait paraître récemment le Ministère des Travaux publics, sous le titre de *Manuel des voies navigables*. La première série déjà publiée comprend les rivières et canaux dépendant du bassin de la Seine ou y aboutissant. La collection complète embrassera tout le réseau du Centre, du Nord et de l'Est, jusqu'à Lyon.

Cap^{ne} L. MULLER.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Après la clôture. — La plupart des locaux de l'Exposition sont aujourd'hui complètement vides. Il a suffi d'un mois depuis la fermeture pour enlever presque tous les produits exposés. Il ne reste plus que les grosses pièces, encore en assez grand nombre dans la Galerie des Machines, et quelques-unes aussi dans la classe de la Métallurgie. Dans les autres parties du Palais des Industries diverses, et dans la galerie de trente mètres, toutes les installations ont à peu près disparu.

Le déménagement du Palais des Beaux-Arts est presque terminé. La plupart des toiles ont été enlevées; mais il reste encore un assez grand nombre de statues attendant les camions qui doivent les emporter.

Un certain nombre des pavillons disséminés dans le Champ de Mars, et en particulier les restaurants, les théâtres, les constructions de l'histoire de l'habitation, ont déjà à peu près disparu sous la pioche des démolisseurs. La plupart des pavillons étrangers sont complètement vides; ceux en bois sont généralement à vendre. La rue du Caire reste intacte. Quant aux constructions en bordure de l'avenue de la Bourdonnais et celles installées sur le quai, on n'y a encore guère touché.

Nous avons annoncé, dans notre dernier numéro, que depuis le 2 décembre, l'entrée de l'enceinte du Champ de Mars est définitivement interdite aux visiteurs munis de tickets. Seuls les porteurs de cartes ou de jetons de service sont maintenant admis à y pénétrer.

Les entrées à l'Exposition. — Le ministère des Finances vient d'établir le détail définitif des entrées à l'Exposition. En voici les parties les plus intéressantes :

Le nombre total des entrées payantes ou gratuites (cartes d'abonnement, cartes d'exposants et cartes de service) s'est élevé, du 6 mai au 6 novembre inclusivement, à 28 122 075.

Les entrées gratuites entrent dans ce total pour 2 723 466 et les entrées payantes pour 25 398 609.

Dans le détail, les entrées se répartissent ainsi :

Entrées à un ticket, de dix heures du matin à six heures du soir	22.576.878
Entrées à un ticket, le dimanche, de six heures du soir à la fermeture.	589.158
Entrées à deux tickets, de huit heures du matin à dix heures	879.167
Entrées à deux tickets, de six heures du soir à la fermeture	1.123.754
Entrées à trois tickets	111.294
Entrées à cinq tickets	107.998
Entrées à dix tickets	10.360
Elles forment donc le total indiqué plus haut de.	25.398.609

Si l'on calcule, d'après les indications contenues dans le tableau ci-dessus, le nombre des tickets qui ont été recueillis en sus du nombre des entrées, on trouve qu'il a dû s'élever à 2 750 741, soit un total de 25 398 609 + 2 750 741 = 28 149 350 tickets.

Nous avons dit que du 7 novembre, lendemain de la clôture de l'Exposition, au 1^{er} décembre inclus, jour de la fermeture définitive, il y avait eu 117 376 entrées avec tickets. Si l'on ajoute ce nombre à celui ci-dessus, on trouve que le nombre total des tickets perçus a dû être de 28 149 350 + 117 376 = 28 266 726.

Comme il y avait eu 30 millions de tickets émis par le Crédit foncier, il en resterait donc 1 733 274 qui n'ont pas été utilisés.

En 1878, du 1^{er} mai au 10 novembre, les entrées payantes ou gratuites (jetons de service non compris) se chiffèrent comme suit :

Entrées à un ticket	12.623.847
Cartes d'invitation (fête de l'inauguration)	54.537
Cartes d'abonnement, d'exposants et de service	1.792.561
Délégations ouvrières de Paris	411.929
Entrées à 25 centimes (fête nationale du 30 juin)	119.599
Total	15.002.470

Il faut observer que ce total excède un peu le nombre réel des entrées de 1878, puisque un certain nombre de visiteurs (106 852) sont entrés moyennant deux ou cinq tickets.

Le chiffre des tickets de 1878 (12 623 847) constituait une augmentation de 50 % par rapport au chiffre correspondant de 1867 (8 407 209).

Quant au nombre total des entrées de 1889, il est supérieur d'environ 87 % au nombre total des entrées de 1878.

Les Palais de l'Exposition. — M. Alphand, directeur général des travaux de l'Exposition, vient d'adresser au ministre du Commerce et de l'Industrie, un important rapport relatif à la conservation d'une partie des bâtiments de l'Exposition au Champ de Mars.

Dans son rapport, M. Alphand part de ce principe que le Champ de Mars, qui appartient à l'Etat et qui est spécialement employé à l'instruction des troupes à cheval, ne peut être désaffecté que si l'on restitue à la garnison de Paris un nouveau terrain de manœuvres. Actuellement, il est vrai, les exercices des troupes à cheval ont lieu au bois de Boulogne sur les pelouses de Bagatelle. Mais ce terrain d'entraînement est trop éloigné des principales casernes de cavalerie et, en outre, le bois de Boulogne, aux termes de la loi qui l'a concédé à la Ville de Paris, ne peut recevoir d'autre destination que celle de promenade publique. C'est pourquoi le ministre de la Guerre ne veut se dessaisir de son droit d'utiliser le Champ de Mars que si on lui donne un terrain de manœuvres permettant à deux régiments de cavalerie de manœuvrer simultanément et possédant, par conséquent, une superficie d'au moins 68 hectares. Comme emplacement, on prendrait les terrains situés entre la Seine, en aval de Paris et Issy, en avant des bastions 68, 69 et 70 de l'enceinte fortifiée.

La partie du Champ de Mars sur laquelle le ministère de la Guerre

a aujourd'hui des droits n'a que 37 hectares. Or, le terrain limité par la Seine, l'enceinte fortifiée, les rues de la Reine et du Vivier, comprend déjà 50 hectares. M. Alphand déclare que cette superficie est suffisante pour compenser les 37 hectares du Champ de Mars. Il ajoute que, pour donner satisfaction au ministère de la Guerre, on substituerait le macadam au pavé dans les rues Saint-Charles et Lecourbe, qui conduiront au nouveau Champ de Mars, et qu'en outre la Ville de Paris lui céderait en toute propriété l'emplacement sur lequel doit être édifié, dans le bois de Vincennes, un quartier de cavalerie.

Il semble que le ministre de la Guerre ait accepté les contre-propositions qui lui ont été faites, et dont le Conseil municipal de Paris vient d'être saisi par le Préfet de la Seine.

Quant à la question de l'affectation des palais du Champ de Mars, la commission de l'Exposition nommée par le Conseil municipal examine précisément en ce moment les projets de l'utilisation pratique de ces palais.

Il y a trois combinaisons financières relatives à l'opération : dans la première, l'Etat prend tout à sa charge; dans la deuxième, c'est la Ville de Paris qui se chargerait de toute l'affaire; dans la troisième, enfin, la Ville et l'Etat concluraient une convention ayant pour but le partage du terrain et des palais.

C'est à cette dernière combinaison que se sont ralliés MM. Tirard et Alphand. Dans le cas où elle finirait par prévaloir, l'Etat aurait le palais des Machines, le Dôme central et la galerie de 30 mètres. Dans les jardins situés à droite et à gauche de cette galerie, il planterait des quinconces et sèmerait des pelouses sur lesquelles viendrait s'ébattre la jeunesse des écoles les dimanches et jours de fête. La Ville se trouverait avoir une rue de 30 mètres joignant les rues Saint-Dominique et Desaix, et recevrait tout le reste du Champ de Mars, avec les palais des Beaux-Arts et des Arts-Libéraux, les galeries Rapp et Desaix, enfin, les fontaines lumineuses.

La dépense totale est évaluée à 12 millions, soit 9 millions pour le nouveau champ de manœuvres, 1 750 000 francs pour la conservation des palais (rachat des fermes métalliques actuellement en location et aménagements divers), 500 000 francs pour les jardins nouveaux et les réparations des fontaines, 750 000 francs pour l'éclairage électrique des jardins et l'imprévu.

Comme ressources disponibles, les coassociés possèdent 8 millions qui proviennent, à concurrence de 5 millions, du reliquat des crédits mis à la disposition des services de l'Exposition. Le surplus est composé de 2 millions résultant des recettes diverses réalisées pendant l'Exposition, et d'une somme de 1 million représentant la valeur des fermes métalliques du palais des Expositions diverses, qui seront mises en vente après leur démolition. La Ville de Paris abandonnant la part qui lui revient dans ces ressources, il resterait donc à trouver une somme de quatre millions.

L'Etat n'aurait en fait aucun débours à faire. En effet, le coût de la partie conservée des palais s'élève à 16 826 000 francs, soit 8 156 000 francs pour le palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux et les galeries Rapp et Desaix, 7 670 000 francs pour le palais des Machines, 1 000 000 de francs pour le Dôme central et la galerie de trente mètres. Comme la Ville, depuis les dernières combinaisons financières résultant de la suppression de la Société de garantie, se trouve être l'associée de l'Etat dans la proportion de 1 contre 2 (son apport est de 8 millions, celui de l'Etat est de 17), il s'ensuit qu'elle n'a droit qu'au tiers de la valeur totale des palais, soit 5 609 000 francs. Or, les palais qui lui reviendraient ayant coûté 8 156 000 francs, elle devrait donc payer à l'Etat la différence, c'est-à-dire 2 547 000 francs. Toutefois, M. Alphand, dans son rapport, émet l'avis que, les palais n'étant plus neufs, une dépréciation est assez naturelle, et il fixe, en conséquence, à 1 200 000 francs seulement la soulte que la Ville verserait à l'Etat pour acquérir les deux palais des Arts et les galeries Rapp et Desaix.

D'autre part, les terrains du Champ de Mars appartiennent à l'Etat. L'emplacement des palais et du parc central où se trouvent les fontaines lumineuses, comporte une surface de 145 000 mètres. En les mettant à 20 francs le mètre (prix des échanges analogues qui ont eu lieu pour le parc entourant la tour Eiffel), la Ville devrait derechef à l'Etat une somme de 2 900 000 francs. On voit ainsi que la ville de Paris serait amenée à payer 4 millions à l'Etat, indépendamment de l'abandon à faire par elle de sa part bénéficiaire dans les 8 millions restant disponibles sur les crédits ou ressources de l'Exposition.

Or, il se trouve justement que, par une heureuse coïncidence, ces quatre millions sont précisément la somme nécessaire pour établir le budget de l'opération du nouveau Champ de Mars d'Issy et pour aménager définitivement les palais et les jardins. De telle sorte que, l'Etat n'ayant rien à débours, aucun crédit ne serait demandé au Parlement, à moins que l'achat du terrain de manœuvres d'Issy ne donne lieu à des mécomptes, car l'Etat assumerait la responsabilité financière de l'affaire, une fois l'accord financier établi entre la Ville et lui.

Telle est la combinaison sur laquelle le Conseil municipal est appelé à se prononcer. Deux commissions l'étudient en ce moment, l'une au point de vue technique, l'autre au point de vue financier. Ces études seront sans doute prochainement terminées, et le Conseil municipal sera à même d'émettre un vote qui est d'autant plus urgent que le Parlement, de son côté, va être vraisemblablement appelé à se prononcer avant la fin du mois, les contrats de location pour les fermes métalliques des palais expirant le 31 décembre.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 11 novembre 1889.

Chimie. — 1° *Sur l'incinération des matières végétales.* Note de M. G. LECHARTIER.

L'incinération des matières végétales est une opération délicate quand on veut éviter toute perte de substances minérales, soit par entraînement mécanique, soit par volatilisation. Bien que les procédés mis en œuvre par M. Schloesing et M. Berthelot pour éviter ces pertes paraissent devoir répondre aux désirs des chimistes, M. Lechartier a pensé qu'il était utile de rechercher si l'on peut éviter ces pertes dans une incinération à l'air libre, et de déterminer quelle en peut être la valeur dans le cas où elles se produiraient nécessairement.

Dans toute incinération, on peut distinguer deux faits principaux : 1° carbonisation de la matière végétale avec dégagement de vapeur d'eau, de goudron, de gaz carburés et de produits volatils divers; 2° combustion partielle de ces vapeurs et combustion complète du charbon qui entre encore dans la constitution de chaque fragment de végétal après la disparition de toute matière volatile. Pendant cette dernière période de l'opération, les phosphates sont chauffés au contact du charbon et en présence de la silice à des températures plus ou moins élevées.

M. Lechartier a étudié séparément les deux parties de la combustion; il a opéré la carbonisation de la matière végétale dans une cornue en platine, communiquant avec un réfrigérant, terminé lui-même par un appareil à boule, de manière à recueillir toutes les vapeurs produites. La cornue, chauffée par un bec Bunsen, a été portée à des températures graduellement croissantes, jusqu'à obtenir un degré de chaleur bien supérieur à celui qui est nécessaire pour la combustion à l'air libre.

L'auteur a opéré sur des grains de blé, de sarrasin, sur du blé coupé en fleur et sur de l'ajonc; les analyses qu'il a faites au point de vue de la teneur en acide phosphorique lui ont fourni des différences dans les résultats avec ceux obtenus par les autres méthodes. Ces différences sont de l'ordre des erreurs possibles d'expériences et de variation de composition que l'on peut observer dans deux échantillons d'un même végétal.

En résumé, dans la carbonisation d'un végétal et dans son incinération, il y a une perte notable de soufre volatilisé dans des combinaisons diverses dont une partie peut être condensée à l'état liquide. Des précautions sont donc nécessaires pour le dosage du soufre.

Dans les mêmes conditions, lorsqu'on évite tout entraînement de matière solide par les vapeurs et les gaz qui se dégagent pendant l'incinération, il ne se produit pas de pertes sensibles de phosphore.

2° *De la solubilité simultanée des chlorures de potassium et de sodium.* Note de M. A. ÉTARD, présentée par M. Cornu.

Les solutions salines peuvent réagir entre elles par précipitation sans qu'il y ait échange chimique d'éléments, mais seulement variation des quantités d'eau disponibles à titre de dissolvant pour un sel donné. C'est ainsi, comme l'a montré l'auteur de cette note, que les solutions roses de chlorure de cobalt, ou vertes de chlorure de nickel, passent à la coloration bleue ou jaune qui caractérise ces sels anhydres, quand on les additionne d'une solution froide en excès de chlorure de calcium ou de magnésium à saturation.

Pour étudier d'une façon régulière ces précipitations que subissent plus ou moins complètement les corps dissous mis en présence, M. Etard a choisi le couple formé par le chlorure de potassium et de sodium, qui sont réputés sans action chimique.

Il a pu faire à la suite de ses recherches les remarques suivantes : La somme des sels dissous peut être représentée par une ligne droite continue depuis -20° jusqu'à $+180^{\circ}$. Quelques essais qualificatifs lui permettent de penser que cette droite se continue bien au delà de 180° .

La solubilité de chacun des sels composant un mélange est rectiligne.

Le chlorure de sodium seul entre 0° et 250° se dissout selon une droite inclinée sur l'axe des températures. Dans le mélange avec le chlorure de potassium, cette droite devient entre -20° et $+76^{\circ}$ parallèle à l'axe, solubilité constante de 21% NaCl. A partir de 75° NaCl diminue, à 96° NaCl et KCl ont même solubilité.

Electricité. — *Sur un champ magnétique tournant constitué à l'aide de deux bobines Ruhmkorff.* Note de M. WILFRIED DE FONTVIELLE présentée par M. Mascart.

Pour faire l'expérience, il suffit de lancer le courant de quelques accumulateurs dans le circuit primaire d'une bobine de Ruhmkorff et de réunir le circuit secondaire à celui d'une seconde bobine dont le circuit primaire reste à volonté ouvert ou fermé. La rotation d'un mobile en fer placé à l'intérieur du cadre galvanométrique s'explique dès lors par induction. En effet, le gyroscope se met à tourner quand on le place dans une situation dissymétrique, soit parce que les axes des bobines mises en présence font un angle, soit parce que lui-même est situé à droite ou à gauche de l'axe commun des deux bobines.

L'auteur termine en signalant une rotation que l'on obtient facilement dans le plan vertical, surtout lorsque l'on renforce par une barre de fer l'action des deux bobines situées dans le prolongement l'une de l'autre. Il semble que cette rotation puisse se produire dans tous les plans passant par cet axe. Ces couples tournent tous dans le même sens pour un observateur dont l'axe traverserait le corps. Ces faits s'expliquent par la symétrie des actions inductives agissant toutes de la même manière sur le mobile, quelle que soit la position que l'on donne à son axe de rotation.

Si l'on remplaçait le courant secondaire de la première bobine de Ruhmkorff par celui d'une dynamo à courants alternatifs, les effets auraient une intensité beaucoup plus grande.

Dans ce cas, on pourrait certainement, en explorant le champ à l'aide d'un disque tournant dont l'axe serait susceptible de prendre une inclinaison quelconque, découvrir dans l'espace des lignes de force analogues à celle d'un champ magnétique ordinaire. La présence d'un aimant modifie la grandeur et la direction des rotations.

Mathématiques. — 1° *Sur certaines aires ellipsoïdales.* Note de M. GEORGES HUMBERT présentée par M. Jordan.

2° *Sur une nouvelle machine à calculer.* Note de M. LÉON BOLLÉE, présentée par M. Mascart.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Calcul des ponts métalliques à une ou plusieurs travées, par M. DE LEBER. Édition française avec une introduction et des notes par Charles BRICKA, Ingénieur en chef des Ponts et chaussées. — Baudry et C^e. Paris, 1889. — Prix : 30 francs.

Le Ministère du Commerce d'Autriche a prescrit, en 1887, des règles à suivre pour le calcul, les épreuves et la réception des ponts métalliques. La Commission qui a élaboré l'ordonnance résumant ces règles a eu pour rapporteur M. Maximilien de Leber, inspecteur au corps I. R. du contrôle des chemins de fer. L'ouvrage dont nous allons rendre compte est, pour l'édition française, dû à la collaboration de M. de Leber et de M. Charles Bricka.

Dans le premier volume de l'ouvrage, on donne d'abord la traduction française de l'ordonnance précitée, les commentaires à l'appui des prescriptions les plus importantes de l'ordonnance, et, finalement, des procédés pratiques pour effectuer les calculs de résistance conformément à des données et prescriptions quelconques.

Le deuxième volume contient les tables numériques concernant le travail du fer et diverses autres données. Le tout est précédé d'une explication pour l'emploi des tableaux numériques et graphiques contenus dans le deuxième volume.

En ce qui concerne l'ordonnance autrichienne, l'innovation la plus importante qu'on peut y signaler c'est, au dire de l'auteur, la prescription de calculer les ponts métalliques sur la base de la charge fixée par mètre courant de la longueur de portée surchargée, sans tenir compte de la portée totale. En outre, le travail admis du fer puddlé varie suivant la longueur des travées; il est de 7 kilogr. pour une travée de 40 mètres et atteint 9 kilogr. pour une travée de 160 mètres. Ce travail ne peut pas excéder 10 kilogr., y compris la résistance aux efforts du vent, quelle que soit la portée.

Ainsi qu'on le voit, cette prescription constitue un pas en avant dans la voie où se sont engagés déjà

plusieurs constructeurs et, qui aboutit à l'attribution aux pièces d'une construction métallique des coefficients de résistance variables suivant les cas. Mais il ne nous semble pas très heureux d'adopter pour base de cette variation, la longueur de la travée d'un pont. On ne peut pas mettre en doute que les effets des efforts dynamiques diminuent avec la longueur de la travée. Cependant, ainsi que nous venons de le voir, l'ordonnance autrichienne ne tient pas compte des travées de plus de 160 mètres, puisque, à partir de cette limite, le travail du fer est considéré comme invariablement fixe. Pourtant il n'est pas téméraire de prévoir que les ponts à grande ouverture, comme le pont du Forth (510 mètres d'ouverture des grandes travées) et le viaduc projeté du Viar (250 mètres d'ouverture) ne sont que le prélude de progrès encore plus considérables.

La raison qui a guidé la Commission autrichienne dans le choix des coefficients de résistance est, d'après les indications de son rapporteur, la suivante : Il est absolument indifférent, dans une construction métallique, de tenir compte des efforts qui s'exercent sur un élément de cette construction en sens inverses (compression suivie d'extension ou *vice versa*); on n'a qu'à se préoccuper du rapport du poids propre aux charges mobiles, et, en effet, comme le poids propre est presque toujours proportionnel à la longueur de la travée, cette longueur peut être considérée comme l'élément essentiel pour la détermination du travail admis.

Pour donner aux prescriptions relatives une base scientifique, l'auteur s'appuie sur les conclusions des travaux récents de M. Bauschinger, concernant la limite d'élasticité des métaux soumis à des essais de longue durée. Ces expériences n'ont pas confirmé tous les résultats des essais plus anciens de Wöhler et de Spangenberg. Cependant, en ce qui concerne les efforts changeant de sens, il est impossible de tirer des expériences de Bauschinger des conclusions qui modifient celles de Wöhler. En effet, les dernières expériences n'ont pas porté sur la manière dont se comportent les métaux sous l'influence d'efforts répétés un grand nombre de fois et changeant de sens. D'ailleurs, Bauschinger a introduit nouvellement dans la science la notion de la limite d'élasticité naturelle, dont l'existence est encore à démontrer pour le cas de répétition d'efforts en sens inverses. Il résulte donc de ce que nous venons de dire qu'il nous semble illogique, ainsi que l'a fait l'auteur, de rejeter en bloc toutes les méthodes de calcul de dimensions qui ont été proposées depuis la publication des résultats de Wöhler, et dont quelques-unes sont même indépendantes des conclusions que l'on peut tirer de ces essais. Ces méthodes, d'ailleurs, ne donnent, pour la plupart, qu'un excès de sécurité contre la rupture des ponts métalliques.

Au point de vue pratique, nous croyons que les constructeurs agiraient sagement en attribuant, pour une même portée de pont, des coefficients de résistance variables pour les pièces qui ne sont pas soumises au même genre d'effort. En effet, ce qu'il importe, ce n'est pas tant de savoir si telle barre d'un treillis appartient à une travée de 100 ou de 200 mètres, mais bien de se prémunir contre l'action des efforts qui pourraient la déformer au delà d'une certaine limite, aussi bien dans l'un que dans l'autre cas.

Reste une dernière raison qui pourrait faire rejeter les méthodes dont il vient d'être question. C'est la complication qu'on introduit dans les calculs de résistance en exigeant la détermination de la limite supérieure aussi bien que de la limite inférieure des efforts qui agissent sur une pièce. Or, grâce aux perfectionnements apportés aux méthodes de calcul dans ces dernières années, et dont on trouve d'ailleurs plus d'un exemple dans la troisième partie de l'ouvrage de M. de Leber, cet argument a perdu sa principale valeur; il est peu d'ingénieurs qui préféreraient, pour gagner du temps, lors de l'élaboration d'un projet, exposer les constructions dont ils sont les auteurs à une détérioration prématurée sinon à bien pis encore.

Ces réserves faites, nous nous plaisons à rendre justice aux efforts que l'auteur a tentés dans le but de créer une nomenclature uniforme des divers systèmes de ponts, ainsi que pour simplifier les méthodes de calcul de résistance.

M. SVILOKOSSITCH.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin. Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Lancement d'un pont par le Génie militaire, p. 185; HENRY MAMY. — Chimie industrielle : Rectification continue des alcools, p. 187; E. ROCA. — Electricité : Premières notions usuelles d'électricité, p. 188; R. AUDRA. — Mécanique : Machine à fileter les boulons et à tarauder les écrous, p. 190. — Hygiène : L'incinération des corps, p. 191; D^r HECTOR GEORGE. — Études et travaux parlementaires : Projet de loi relatif à l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine, p. 192; G. LATOUCHE; — Chronique parlementaire. — Congrès : Congrès colonial, tenu à Paris au mois de décembre 1889, p. 193. — Informations : Conseil supérieur du commerce et de l'industrie, p. 194; — La gare du chemin de fer des Moulineaux, p. 195; — Le prolongement de la ligne de

Sceaux, p. 195; — Le chauffage des voitures de place, p. 195; — L'eau de source à Paris, p. 195; — Coloration artificielle du marbre, p. 195.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889 : La maison Piat à Paris, p. 196; G. THAREAU. — Le matériel de l'industrie textile à l'Exposition (*suite*), p. 204; ALFRED RENOARD. — Les freins continus à l'Exposition universelle de 1889 (*planche XXII*), p. 205; GEORGES LESOURD. — L'exposition du service des mines, p. 207. — Chronique de l'Exposition, p. 207.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société d'encouragement pour l'industrie nationale, séance du 26 octobre 1889, p. 208. — Société chimique de Paris, novembre 1889, p. 208.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 208.

Planche XXII : Les freins continus à l'Exposition universelle de 1889.

TRAVAUX PUBLICS

LANCEMENT D'UN PONT PAR LE GÉNIE MILITAIRE

La nouvelle ligne de chemin de fer d'Argenteuil à Mantes, que construit en ce moment la Compagnie de l'Ouest, doit, près de son origine à Argenteuil, passer sous le chemin de fer de Grande Ceinture.

Celui-ci franchit déjà, en ce même point, les lignes du chemin de fer du Nord, au moyen d'un pont métallique. Les voies de la nou-

tion provisoire sur une longueur de 350 mètres environ, avec une seule voie et un service de pilotage. Ce service devait se faire sur cette voie unique pendant toute la durée des travaux d'allongement du pont.

Cette déviation des voies de la Grande Ceinture comportait, à la traversée du chemin de fer d'Argenteuil à Pontoise, un viaduc d'une portée totale de 67^m 50, pouvant être subdivisé en trois travées.

Pour l'installation de ce pont provisoire, la Compagnie de l'Ouest a songé, au lieu de faire construire une passerelle spéciale, à utiliser le matériel de ponts métalliques démontables dont dispose le service du Génie militaire, au polygone des Matelots, à Versailles.

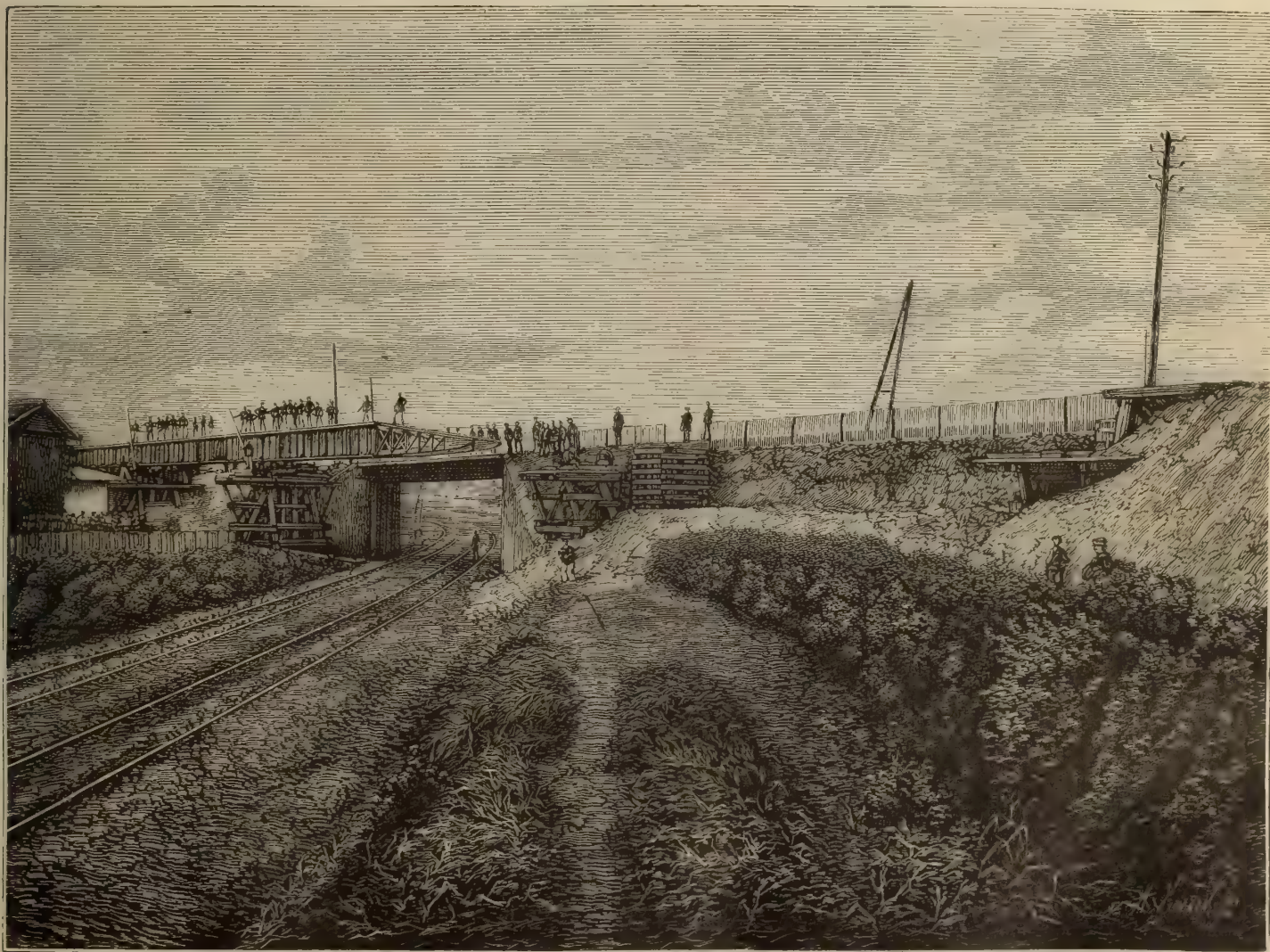


FIG. 1. — Lancement d'un pont par le Génie militaire, à Argenteuil. Vue générale.

velle ligne doivent être placées à côté de celles du Nord. Il fallait donc allonger le pont, en reculant l'une des culées et établissant des appuis intermédiaires.

Pour effectuer ce travail sans interrompre le service de la Grande Ceinture, assez chargé comme passage des trains et ne permettant pas de travailler la nuit, la Compagnie de l'Ouest a eu la pensée, d'accord avec la direction de la Grande Ceinture, d'établir une dévia-

A la suite de la demande qu'elle avait adressée au Ministre de la Guerre, en faisant remarquer que cette opération ne pouvait être qu'un utile exercice pour les troupes du Génie, l'autorisation nécessaire fut accordée. Le matériel et le personnel nécessaires au lancement et au repliement d'un pont métallique démontable, du système Marcille, furent mis à la disposition de la Compagnie.

Ce pont, du type de 30 mètres, à voie supérieure, entièrement en

tôle d'acier, est formé de tronçons de 7^m 50 de longueur, qui s'assemblent bout à bout.

Chacun d'eux est formé de deux poutres pleines, sous rails, avec âme et cornières, de 1^m 50 de hauteur et 0^m 60 de largeur. Les deux poutres, distantes de la largeur des rails, sont reliées par des entre-

Chaque palée est portée par 8 pieux de 0^m 25, dont les carrés enveloppes ont une surface totale de $625\text{cm}^2 \times 8 = 5\,000\text{cm}^2$.

Il en résulte que la charge est de $\frac{150\,000}{5\,000} = 30$ kil. par centimètre carré de la surface enveloppe.

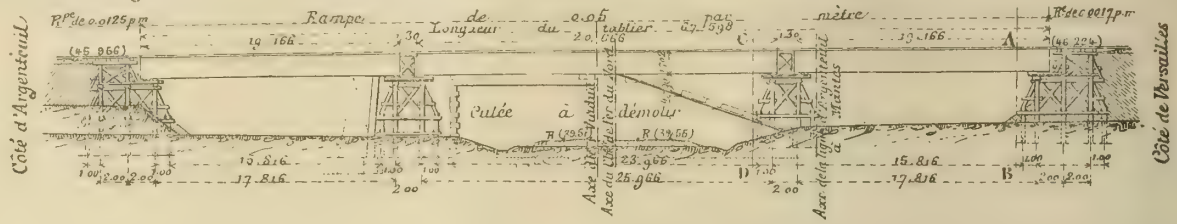


FIG. 2. — Lancement d'un pont par le Génie militaire. Élévation générale.

toises supérieures. On pourrait, à volonté, les transformer en poutres de rive et placer les rails à l'intérieur au moyen de pièces de pont.

Le pont était divisé en trois travées : une travée centrale de 26 mètres et deux travées extrêmes de 17^m 81.

Les calculs relatifs à la résistance du tablier métallique s'établissent comme suit :

Poids par mètre de tablier	1.350 kil.
Surcharge d'après la circulaire ministérielle du 9 juillet 1877 (pour la travée centrale de 26 mètres)	4.460 —
Charge totale	5.810 kil.

soit 2 905 kil. par poutre.

Le détachement de sapeurs de chemins de fer mis à la disposition de la Compagnie de l'Ouest par le ministère de la Guerre, pour le lancement et le repliement du pont, se composait de 2 officiers, 4 sergents et 48 caporaux et sapeurs.

Ce pont et les appareils nécessaires à son lancement ont été chargés dans les docks des *Matelots*, par les soins de l'Ecole de Chemins de fer, sur wagons fournis par la Compagnie de l'Ouest. Le train de matériel se composait de 22 wagons plates-formes, grand modèle, pour chargement de 10 tonnes ; de 5 wagons-tombereaux et de 2 wagons couverts avec freins.

Le détachement de sapeurs, arrivé sur le chantier la veille du jour de l'arrivée du train de matériel, attendait celui-ci pour procéder au déchargement, au montage et au lancement du pont.

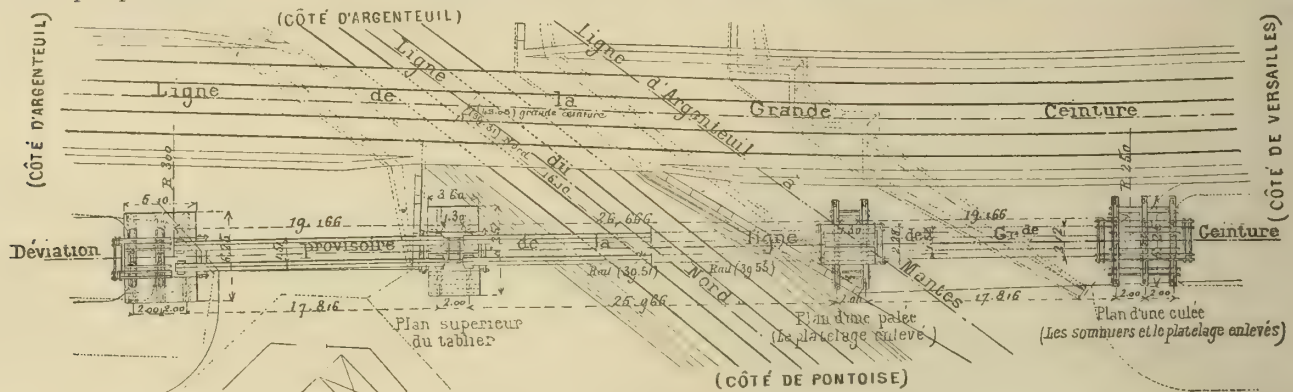


FIG. 3. — Lancement d'un pont par le Génie militaire. Plan d'ensemble.

Le moment fléchissant au milieu de la poutre est :

$$MF = \frac{1}{8} \cdot 2\,905 \times 26^2 = 245\,472 \text{ km.}$$

Le moment de résistance au milieu de la poutre est :

$$MR = R \times \frac{1,542^3 \times 0,6 - 1,5^3 \times 0,352 - 1,47^3 \times 0,21 - 1,26^3 \times 0,03}{6 \times 1,542} = 0,0307854 \text{ R.}$$

$$\text{On en déduit : } R = \frac{MF}{MR} = \frac{245\,472}{0,0307854} = 7\,97 \text{ par mmq.}$$

Ce montage effectué, on a muni le pont d'un avant-bec à l'une de ses extrémités et d'un contrepoids à l'autre extrémité. Ce contrepoids était formé d'un tronçon de pont de 7^m 50. Le lancement s'est effectué au moyen de six galets sur lesquels roulait le pont, munis chacun d'un long levier de manœuvre à rochet.

Six équipes de cinq hommes chacune étaient affectées à la manœuvre, et l'avancement, à chaque coup de levier, était d'environ 40 centimètres.

Le temps total nécessaire pour le déchargement, le montage et le

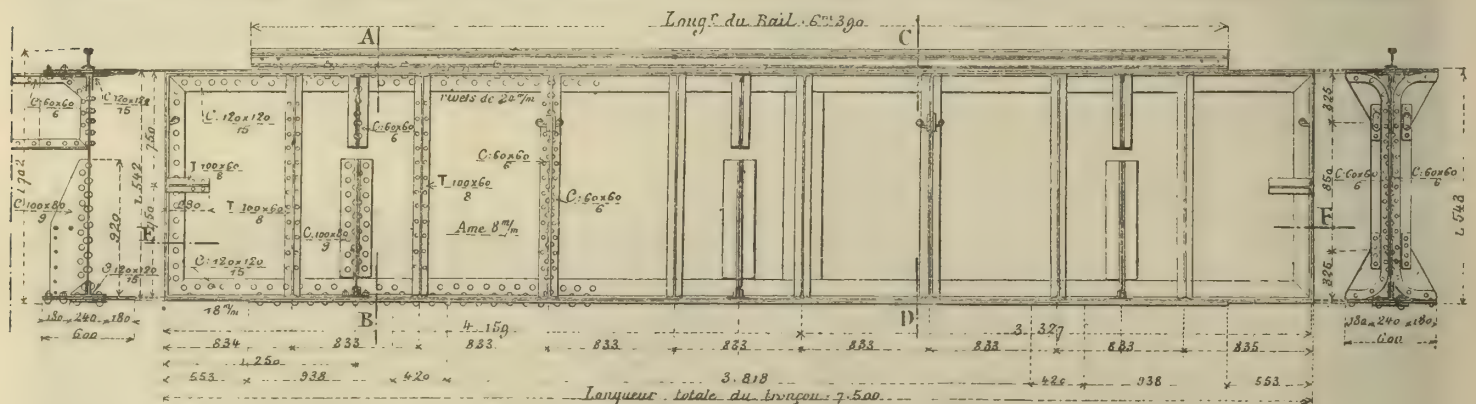


FIG. 4. — Lancement d'un pont par le Génie militaire. Élévation d'une travée.

Le pont était supporté par deux culées en charpente et deux palées intermédiaires, établies sur pieux battus à refus, ainsi que l'indique la figure 2.

Le calcul de la charge portée par chaque pièce s'établit de la manière suivante :

Poids du tablier surchargé sur une	
palée	$5810 \times \frac{26 + 18}{2} = 127.820 \text{ kil.}$
Poids de la palée	20.000 —
	<u>147.820 kil.</u>

soit 150.000 kilogram.

lancement du pont a été de six journées de 10 heures, soit soixante heures de travail.

Les travaux qui avaient motivé l'installation de ce pont provisoire étant terminés, le repliement du pont a commencé le samedi 7 décembre.

Ces travaux ont été entièrement exécutés, sauf l'établissement des culées et des palées, par le génie militaire, sous la direction de MM. Bonnet, Ingénieur en chef, et Colin, chef de section principal de la Compagnie de l'Ouest.

HENRY MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHIMIE INDUSTRIELLE

RECTIFICATION CONTINUE DES ALCOOLS

Jusqu'à ces dernières années, la continuité dans la rectification avait semblé irréalisable; spécialistes et industriels partageaient cette opinion, et le savant docteur Max Mørcker, de Halle, n'avait pas hésité à écrire dans son Manuel de la fabrication de l'alcool⁽¹⁾: « Comme on est obligé de fractionner les produits, il est clair que les appareils à rectifier ne peuvent être continus. » Aussi est-il intéressant de constater qu'un Ingénieur français a pu récemment démentir ce préjugé en résolvant ce difficile problème. Nous voulons parler du rectificateur continu imaginé par M. E. Barbet, ancien élève de l'École Centrale de Paris.

Le principe de l'invention est des plus simples. L'alcool bout à 78° 4, il est souillé dans les flegmes par des impuretés plus volatiles que lui (éthers ou produits de tête) et d'autres moins volatiles (huiles, fusel ou produits de queue). Séparer d'une manière continue les impuretés en les classant en deux catégories, l'une bouillant au-dessous

Le fonctionnement du rectificateur B est plus compliqué. Il s'agit, en effet, de séparer l'alcool, qui est ici le produit le plus volatil, de l'eau et des huiles; ces dernières sont ou plus volatiles que l'eau ou moins volatiles. Il semblerait à première vue, une fois le régime établi, que le classement des produits sur les nombreux plateaux de la colonne devrait, en partant du haut, s'effectuer de la façon suivante :

- 1° Alcool pur ;
- 2° Huiles bouillant au-dessous de 100° ;
- 3° Eau ;
- 4° Huiles bouillant au-dessus de 100°.

Il n'en est rien, et il se produit ici, comme dans les rectificateurs discontinus, ce phénomène paradoxal bien connu de tous les distillateurs : les huiles bouillant au-dessus de 100°, même le furfural qui bout à 160°, passent *entièrement* à la distillation avant l'eau, qui cependant ne bout qu'à 100°. Sans nous arrêter à l'explication de ce paradoxe, dont, selon nous, on devrait rechercher les causes complexes dans la faible chaleur latente de vaporisation des huiles par rapport à l'eau, l'affinité de ces huiles pour l'alcool, le peu d'affinité des huiles pour l'eau, enfin la faible densité des mélanges d'eau et d'huiles,

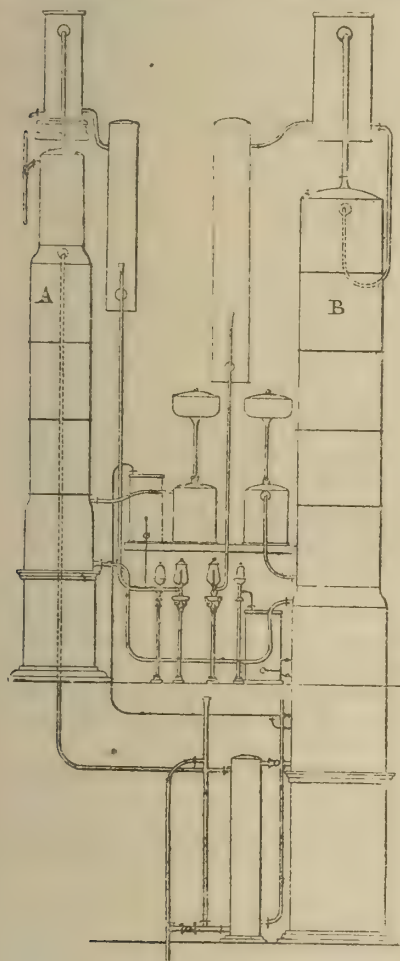


FIG. 1.

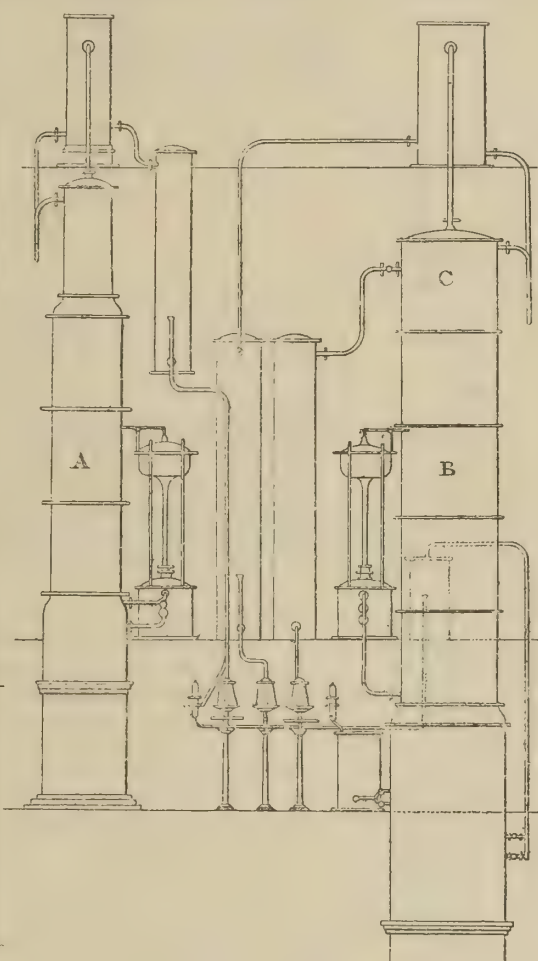


FIG. 2.

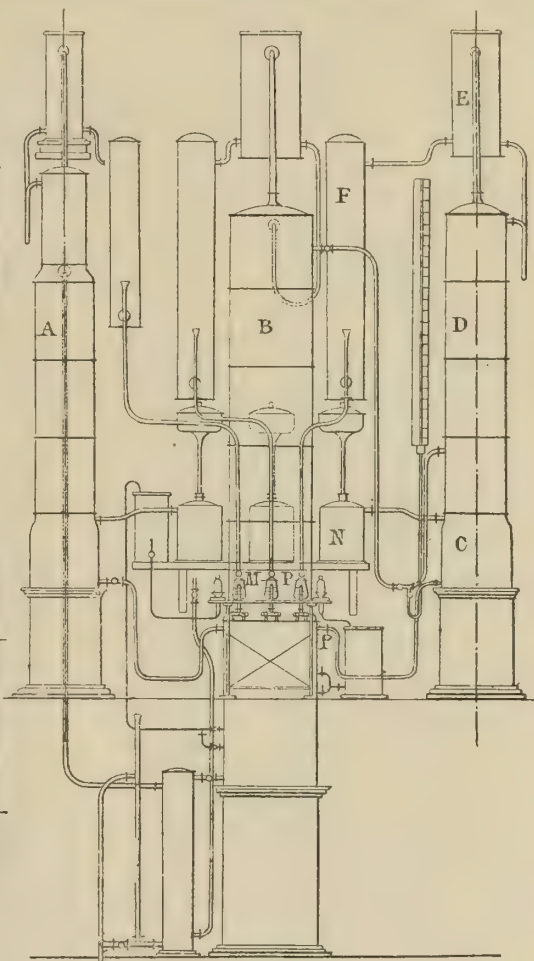


FIG. 3.

de 78°, l'autre au-dessus de 79°, et les éliminer successivement, telle était la donnée du problème. Voici la manière dont M. Barbet l'a résolu.

Un courant *continu* de flegmes impurs s'écoule de haut en bas dans une première colonne de rectification (fig. 1) convenablement disposée et chauffée modérément; il y abandonne ses éthers. Ainsi épuré des produits de tête, il est lancé dans la partie moyenne d'une seconde colonne chauffée beaucoup plus vivement; l'alcool se rectifie dans les plateaux supérieurs et sort pur à la partie supérieure, tandis que les huiles et la vinasse s'écouleront séparément et d'une manière continue.

L'appareil se composera donc de deux colonnes de rectification avec leurs accessoires : condenseurs, réfrigérants, éprouvettes, etc., sans chaudière d'aucune sorte. Elles seront nommées, en raison de leur rôle, la première A, *épurateur*, la seconde B, *rectificateur* proprement dit.

Le fonctionnement de l'épurateur est le suivant : le flegme brut arrive à la partie supérieure; il descend successivement sur les plateaux de la colonne; il est traversé par les vapeurs étherées et alcooliques produites à la partie inférieure où se trouve le barboteur de vapeur; l'épuration est ainsi méthodique, et le flegme épuré coule à la partie inférieure; quant aux vapeurs, très impures, elles s'analysent au condenseur de tête, rétrogradent, et les plus infectes viennent, après refroidissement, couler à l'éprouvette.

il nous suffira de constater que ce phénomène se produit tout aussi bien dans le continu que dans les appareils ordinaires, et que le classement se fait sur les plateaux de la façon suivante (de haut en bas) :

- 1° Alcool fin ;
- 2° Huiles ;
- 3° Eau.

On obtient, bien entendu, une gamme de produits intermédiaires, depuis l'eau *pure, plus dense*, qui s'écoule par le bas, jusqu'à l'alcool fin, sans que l'on ait toutefois, sur aucun des plateaux chargés des plus mauvais goûts, des huiles absolument pures d'eau et d'alcool.

On conçoit, d'après ce qui précède, qu'une fois le régime de la colonne bien établi, on puisse enlever d'une manière continue la *totalité* des huiles en les recueillant à l'état liquide sur un des plateaux qui en sont le plus chargés. C'est ce qu'ont fait les constructeurs.

Ainsi, après que les colonnes auront été bien réglées, on obtiendra constamment aux éprouvettes spéciales :

- 1° De très mauvais goûts de tête ;
- 2° De l'alcool extra-fin, excellent et même (nous le verrons plus loin) de l'alcool neutre, dit *pasteurisé* ;
- 3° De très mauvais goûts de queue.

Pour régler l'écoulement des éthers d'une part, des huiles de l'autre, afin que l'alcool recueilli soit bien fin, la dégustation suffit généralement : si l'on reconnaît une trace de goûts de tête, on augmente le coulage des éthers à l'épurateur; si ce sont les queues qui semblent

(1) *Handbuch der Spiritusfabrikation*, Dr Max Mørcker, Berlin, 3^e édition, page 860.

apparaître, on enlève plus d'huiles. Néanmoins, ce procédé empirique, bien que suffisant dans la fabrication des meilleurs alcools courants, n'a point satisfait M. Barbet, et il a été conduit à imaginer une méthode d'analyse rapide et pratique par le permanganate de potasse. Un des avantages de ce procédé, c'est de ne pas exiger de laboratoire et de donner en quelques instants des renseignements exacts sur la pureté ou l'impureté relatives des produits que l'on traite ou que l'on manipule (1).

Quant aux avantages de l'appareil, il nous suffira, pour les faire ressortir, de comparer les résultats qu'il donne à ceux des appareils antérieurement employés.

Avec de bons flegmes les meilleurs appareils intermittents donnent :

Alcool fin	64 % environ.
Moyens goûts tête et queue à repasser.	25 % —
Mauvais — — — —	8 % —
Perte ou freinte.	3,4 % —

Étant donnés les repassages très coûteux de moyens goûts, on ne peut estimer la freinte totale à moins de 5 à 6 %.

Le rectificateur continu a donné couramment :

Alcool fin	88 à 91 %
Pas de moyens goûts	» »
Mauvais goûts tête et queue.	8 à 10 %
Perte ou freinte environ.	1 %

Le continu supprime donc les moyens goûts et donne du premier jet les neuf dixièmes de l'alcool des flegmes. La perte d'alcool est environ réduite au quart. La dépense en vapeur est diminuée à peu près de moitié. Les grandes chaudières, si dangereuses en cas d'explosion ou d'incendie, si coûteuses quand une fuite s'y déclare, si encombrantes dans les petits ateliers, sont supprimées. Un appareil continu donnant 8000 litres d'alcool par jour ne contient pas plus de 25 ou 26 hectolitres d'alcool à 100°, ce qui permet de réduire les bacs à flegmes bruts.

Enfin, l'appareil une fois mis au point, on n'a plus de dégustation à effectuer pour le classement des produits, et les fabricants n'ignorent pas qu'ils sont constamment à la merci de l'inattention et de l'inexpérience d'un distillateur.

Cet appareil a reçu dans ces derniers temps un perfectionnement important, qui permet de lui faire produire, en même temps que d'excellent extra-fin, un alcool neutre de goûts de tête. M. Barbet l'a nommé *alcool pasteurisé*, car, grâce à un artifice très simple, ce liquide est recueilli au moment où l'appareil vient de lui faire subir tout naturellement un traitement analogue à celui qu'a recommandé Pasteur pour l'amélioration des vins.

Quelle que soit la perfection d'une première rectification, soit à l'épuration continu, soit dans un appareil ordinaire, il est impossible d'éliminer d'un alcool de premier jet des traces, infinitésimales, il est vrai, des goûts de tête; c'est en cette élimination que consiste la pasteurisation de l'alcool.

Si nous faisons bouillir dans une chaudière un mélange de deux liquides A et B de volatilité différente, A se trouvant par exemple plus volatil que B et en plus faible proportion, les premières vapeurs produites contiendront proportionnellement infiniment plus de liquide A que le liquide générateur. Fixons les idées : les premières vapeurs émises dans un alambic par un vin renfermant 8 % d'alcool (liquide A), pourront contenir 50 à 60 % d'alcool, peut-être plus, et un vin plus faible pourra donner au début des vapeurs se condensant en un liquide alcoolique, 10, 12, 15 fois plus riche que le vin.

Raisonnant par analogie, nous sommes amenés à comparer les traces d'impuretés de tête contenues dans l'alcool au liquide A de notre hypothèse, l'alcool lui-même au liquide B, les plateaux supérieurs faisant office de chaudières. Le liquide qu'ils contiendront sera plus pauvre en éthers que les vapeurs qu'il émet. Si donc nous enlevons directement des plateaux ce liquide et non plus sa vapeur, nous aurons de l'alcool très pur et neutre de goûts de tête; il aura en effet subi réellement, par rapport aux têtes, une double rectification, d'abord dans l'épuration, ensuite dans le rectificateur.

La pratique a confirmé la justesse de ces vues, et l'alcool recueilli directement sur l'un des plateaux supérieurs ne décèle plus de produits étherés; cet alcool est très fin à l'odorat, doux au goût, les produits légèrement piquants ont disparu : on a de l'alcool vieilli.

Il suffit donc d'installer une prise spéciale sur la colonne de rectification (fig. 2), et d'amener le liquide recueilli à l'éprouvette, après simple refroidissement, pour obtenir cet alcool très supérieur aux bons extra-fins du commerce.

On évite en outre la dépense de vapeur qui eût été absorbée par la volatilisation de ce liquide.

Suivant la qualité du produit, on réglera le coulage à l'éprouvette spéciale, de façon à avoir $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ et même $\frac{1}{2}$ de la production totale.

En outre de ses avantages économiques, cet appareil peut donner déjà du *premier jet*, non seulement d'excellent extra-fin commercial, mais encore de l'alcool neutre pasteurisé.

Il ne restait qu'un pas à faire pour arriver à la *double rectification continue*, c'est-à-dire pour obtenir du *premier jet* des extra-neutres ou alcools chimiquement purs. Voici comment M. Barbet pense avoir résolu le problème :

Au lieu d'envoyer le pasteurisé à l'éprouvette et de le recueillir, on le fait couler dans une troisième colonne CD (fig. 3), convenablement disposée et chauffée. L'alcool extra-neutre, c'est-à-dire chimiquement pur, sera recueilli en vapeurs à la partie supérieure; quant au liquide inférieur qui aura condensé toutes les traces d'impuretés de queue, il sera ramené constamment au rectificateur continu.

Comme ce dernier perfectionnement n'a pas encore reçu, que nous sachions du moins, la sanction de la pratique, nous ne saurions affirmer que le problème de la double rectification continue soit résolu. Néanmoins, étant donné le chemin parcouru en un ou deux ans, il est probable que la réussite est au bout; et nous espérons que la distillerie française sera bientôt dotée d'un appareil permettant la production continue d'alcools chimiquement purs, comme elle vient de l'être déjà de la rectification continue autrefois réputée impossible. Cette invention aurait une grande importance à la fois au point de vue industriel et au point de vue hygiénique, et ce progrès permettrait de livrer couramment à la consommation des alcools très purs, absolument inoffensifs, et dont l'emploi est encore restreint à cause de leur cherté relative.

E. ROCA,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

ÉLECTRICITÉ

PREMIÈRES NOTIONS USUELLES D'ÉLECTRICITÉ

L'électricité a pris sa place dans tous les usages industriels; elle constitue, à l'heure actuelle, un corps de doctrine; elle a ses spécialistes, et il ne manque pas d'excellents traités théoriques et pratiques sur cet important sujet. Nous les avons signalés dans le *Génie Civil* à l'attention de nos lecteurs. Cependant, ceux qui n'ont pas suivi, sans lacune ni interruption, les progrès si rapides de cette science, sont toujours à la recherche d'une sorte de petit *memento* pratique qui leur permette d'acquiescer les premières notions d'électricité ou de s'y reporter à l'occasion. Nous avons demandé à notre collaborateur, M. Audra, de rédiger ce *memento*, sans aucune prétention à la théorie pure et sans parti pris didactique, dans le seul but de donner au lecteur l'indication simple des notions usuelles primordiales. On le trouvera ci-après.

N. DE LA R.

Généralités. — Les anciens physiciens avaient cherché à expliquer une classe spéciale de phénomènes par l'hypothèse d'un fluide particulier qu'ils ont nommé *électricité*. Cette conception est aujourd'hui abandonnée, mais l'appellation a subsisté, et le langage usuel a encore conservé les expressions de *courant*, de *sens*, d'*écoulement*, etc., auxquelles on ne doit plus attacher qu'un sens conventionnel.

Jusqu'à la découverte de la pile, par Volta, l'électricité n'était guère qu'une curiosité de laboratoire. Nous ne la suivrons pas dans les innombrables applications auxquelles elle a depuis donné naissance; nous rappellerons seulement que l'illustre savant produisait presque aussitôt l'arc qui porte son nom.

Et cependant il faut arriver jusqu'à l'invention des machines magnéto-électriques et électro-magnétiques pour trouver un progrès apporté à la nouvelle lumière, ou plutôt jusqu'au génie de Gramme qui construisit la première dynamo. A partir de ce moment, les découvertes se suivent avec une incroyable rapidité : Jablochkoff résout le problème de la division; Edison et Swan, presque simultanément, construisent la première lampe à incandescence. Aujourd'hui, on possède des veilles électriques, et les projecteurs du colonel Mangin donnent un éclairage égal à celui du soleil.

Mais la science même de l'électricité n'a réellement été constituée que du jour où elle a pu se baser sur le calcul, où sa langue a été rendue mathématique et par cela même universelle.

C'est au Congrès international des électriciens, tenu à Paris en 1881, que revient l'honneur de l'avoir définitivement fixée, en empruntant une large part au système proposé par l'Association britannique. Nous en exposons plus loin le principe.

Si deux corps sont dans un état électrique différent, et qu'on les réunisse par un conducteur métallique, ce conducteur devient le siège de phénomènes électriques dont on peut utiliser les effets et qui sont susceptibles de mesure. On dit alors que la différence de *potentiel* de ses extrémités a donné naissance à un courant dû à la *force électromotrice*.

L'hydraulique fournit à ce sujet des points de comparaison précieux, et, étant bien entendu qu'il ne s'agit là que de simples figures, nous examinerons parallèlement ce qui se passe dans une conduite d'eau :

On y trouve d'abord une pression due à la différence de niveau de ses orifices, pression qui détermine le mouvement du fluide. Il y a aussi le débit, c'est-à-dire la quantité d'eau fournie par seconde. En outre, cette conduite offre une certaine résistance (par sa forme, ses coudes, etc.) au passage du fluide.

(1) Voir, sur ce sujet, les articles de l'auteur publiés en mars et avril dans le *Journal de la Distillerie française*.

On trouve en électricité des éléments analogues : la *force électromotrice* est quelquefois appelée *pression* ou *tension électrique* ; le *débit* se nomme *intensité* ; enfin la *résistance* y joue un rôle considérable, avec une différence notable toutefois : c'est que, dans le cas précédent, elle n'a pour cause que la forme des conduites, tandis qu'ici c'est leur nature physique seule qui est en jeu. Ces quantités se désignent par les lettres E , I et R , et sont liées entre elles par la relation suivante, qui porte le nom de *loi de Ohm* :

$$I = \frac{E}{R};$$

le débit est proportionnel à la force électromotrice et inversement proportionnel à la résistance.

En outre, en se rappelant que l'intensité I est la quantité d'électricité débitée par seconde, on voit que, pour un temps quelconque t , le débit sera :

$$Q = It.$$

Nous avons dit que ces éléments sont mesurables. On a donc dû faire choix d'unités qui ont été consacrées par le Congrès de 1881.

Unités absolues (Système C. G. S.). — Les unités absolues sont dites du système C. G. S. (centimètre, gramme-masse, seconde), parce qu'elles se rapportent, avec toute la simplicité du système métrique, à ces trois unités de longueur, de masse et de temps. Mais leurs grandeurs sont en disproportion trop considérable avec celles que l'on a d'ordinaire à mesurer, et l'on a dû recourir à une autre série d'unités dites pratiques, et qui ne sont que des multiples ou sous-multiples décimaux des précédentes. Nous ne nous occuperons que de ces dernières.

Unités pratiques (Volt, Ampère, Ohm, Coulomb, etc.). — L'unité de force électromotrice est le volt ; celle d'intensité est l'ampère ; celle de résistance est l'ohm ; enfin, on nomme coulomb l'unité de quantité.

En se reportant aux relations précédentes :

$$I = \frac{E}{R} \text{ et } Q = It,$$

on voit que le volt est la force électromotrice nécessaire pour faire traverser en 1 seconde une résistance 1 par 1 coulomb ; autrement dit, assurer un débit de 1 ampère à une résistance 1.

Travail (Joule). — L'électricité n'étant, en somme, qu'une transformation spéciale de l'énergie, on doit pouvoir à volonté la produire à l'aide d'un travail, ou, au contraire, s'en servir pour effectuer un travail.

Il existe donc une relation mathématique entre les quantités dont nous venons de parler et le travail mécanique. C'est à Joule qu'on la doit, et elle se formule ainsi :

Le travail produit est proportionnel au temps, à la résistance et au carré de l'intensité :

$$T = RI^2t;$$

ce que l'on peut écrire :

$$T = RI \times It.$$

Or, le produit RI c'est la force électromotrice E , et le produit It c'est la quantité Q ; donc :

$$T = EQ.$$

Le travail est égal au produit de la force électromotrice par la quantité ; aussi son unité est appelée *volt-coulomb* ou *joule*. C'est l'analogue du kilogrammètre en mécanique.

Puissance (Watt). — Mais on sait que pratiquement c'est plutôt la puissance d'une machine que l'on étudie tout d'abord, c'est-à-dire le travail dont elle est susceptible en 1 seconde. C'est ainsi que l'on a adopté le cheval-vapeur qui correspond à 75 kilogrammètres par seconde.

Si nous divisons le travail électrique par le temps pour avoir le travail en 1 seconde, nous aurons une quantité qui sera mesurée par des $\left(\frac{\text{volts-coulombs}}{\text{temps}}\right)$ ou par des volts-ampères, en se rappelant que l'ampère est égal au coulomb divisé par le temps. Cette unité s'appelle aussi *watt*.

Si la puissance d'une machine électrique s'évalue en watts comme celle d'une machine mécanique en chevaux, ces deux genres de puissances ont entre eux une relation. On démontre facilement que 1 watt vaut environ $\frac{1}{736}$ de cheval (1).

(1) L'unité de puissance absolue est l'erg = masse de 1 gramme multipliée par un centimètre, ou $\frac{1}{9.81} \times 1$. Le cheval est la puissance de 75 000 grammes pour 100 centimètres. On a donc :

$$\left. \begin{aligned} 1 \text{ erg} &= \frac{1 \text{ gr.}}{9.81} \times 1 \\ 1 \text{ cheval} &= 75.000 \times 100 \end{aligned} \right\} \text{ d'où } \frac{\text{erg.}}{\text{cheval}} = \frac{1}{75.000.000 \times 9.81}$$

Mais, d'après la correspondance entre les unités absolues et pratiques, $\text{erg.} = \frac{\text{volt-ampère}}{10.000.000}$, d'où $\frac{\text{volt-ampère (ou Watt)}}{\text{cheval}} = \frac{10}{75 \times 9.81} = \frac{1}{735,75}$.

De ce qui précède, nous pouvons conclure le résumé suivant :

Une source d'électricité (pile, dynamo, accumulateur) est équivalente à une machine mécanique d'un nombre de chevaux (travail théorique) qui se mesure en multipliant sa force électromotrice (mesurée au volt-mètre) par l'intensité du courant (ampère-mètre) et en divisant le produit par 736.

Une machine de 1 cheval équivaut à une dynamo de 736 watts.

Si nous avons quelque peu insisté sur le rôle que joue dans ces questions le temps, c'est qu'il est d'une haute importance de bien se pénétrer de la différence qu'il y a entre l'intensité et la quantité (ampère et coulomb), la puissance et le travail (watt et joule), et que nombre de traités dits pratiques contiennent à cet égard des erreurs de définitions sans grand inconvénient pour le langage courant, mais de nature à jeter le trouble dans les esprits peu familiarisés avec ces questions. Nous aurons d'ailleurs à y revenir en parlant des compteurs d'électricité.

Des sources d'électricité. — Seules employées autrefois, les piles sont d'un usage de plus en plus restreint. La lumière électrique n'est, d'ailleurs, devenue d'application pratique que depuis l'invention des machines dynamo-électriques, l'immortel titre de gloire de Gramme, communément appelées dynamos. Quant aux accumulateurs, ce n'est pas une source proprement dite : c'est un réservoir. L'avenir leur garde sans doute un rôle de premier ordre ; mais, dans l'état actuel de la science, ils ne peuvent être utilisés que dans des circonstances toutes spéciales.

Une dynamo est une machine qui transforme en énergie électrique l'énergie mécanique qui lui est fournie par un moteur quelconque. Elle peut de même effectuer la transformation inverse, ce qui est le principe de la transmission de la force par l'électricité.

Mais, tandis qu'une pile produit une force électrique continue (comme une turbine), le courant produit par une dynamo n'est que la collection d'un très grand nombre de courants individuels, variables eux-mêmes à chaque instant, chacun d'eux pouvant, avec assez d'analogie, être comparé aux coups de piston d'une machine à vapeur. Il y a cependant une différence essentielle : chaque courant élémentaire change de sens périodiquement, comme si le piston produisait des effets inverses à l'aller et au retour. Si donc on se contente de recueillir simplement ces courants tels qu'ils se produisent, on aura une machine à *courants alternatifs* ; il faudra recourir à un mode de collection ou à des artifices de construction spéciaux pour obtenir des *courants continus* ou des courants redressés.

Dans les premières, le courant peut être renversé jusqu'à 30 000 fois par minute ; c'est le nombre d'alternances de la machine.

L'emploi de ces différentes espèces de courants dépend du genre d'applications auxquelles on les destine.

Des canalisations. — De la source, le courant est transporté aux divers appareils qu'il doit alimenter, par des conducteurs en cuivre qui jouent le rôle des conduites d'eau ou de gaz.

Si l'on a besoin de courants de haute tension et de faible intensité, les conducteurs pourront avoir un faible diamètre (conduites d'eau comprimée). Si, au contraire, on a besoin de grandes intensités, le diamètre croît rapidement (environ 1 mm^2 pour deux ampères) (conduites ordinaires d'eau, de gaz, etc.). Nous verrons plus loin comment des appareils dits transformateurs permettent aujourd'hui d'éviter l'emploi de longues canalisations de ce dernier genre.

Lampes à arc. Lampes à incandescence. Montage. — Les appareils d'éclairage électrique se partagent en deux classes, sur les effets lumineux desquelles nous n'insisterons pas : les lampes à arc et les lampes à incandescence.

Une question fort importante est le montage des lampes, c'est-à-dire la manière de les disposer sur le circuit.

Le montage est dit *en série* (quelquefois en tension), quand le courant traverse successivement les appareils. Dans ce cas, l'intensité est constante et égale à celle d'un foyer ; la force électromotrice, au contraire, est égale à la somme des forces électromotrices nécessaires à chacun d'eux.

Il est dit *en dérivation* (ou quelquefois en quantité) quand chaque appareil est alimenté par un branchement issu du circuit général. Dans ce cas, c'est la force électromotrice qui est constante, ce sont les intensités qui s'ajoutent.

Une comparaison avec une conduite d'eau éclaircira ce qui précède.

Supposons que nous ayons à actionner plusieurs moteurs hydrauliques en ne disposant que d'un faible débit, mais ayant à notre disposition une grande hauteur de chute. Nous placerons évidemment ces moteurs à la suite les uns des autres, en cascade pour ainsi dire ; la même eau servira successivement à tous et chacun fonctionnera sous une pression égale à la différence de niveau qui règne entre lui et le précédent : le débit sera, quel qu'en soit le nombre, celui qui est nécessaire à un seul d'entre eux, et la pression totale sera égale à la somme des pressions individuellement nécessaires. Tel est le montage en série (fig. 1).

Au contraire, si nous disposons d'une grande masse d'eau sans grande

pression, nous l'amènerons alors dans une grosse conduite horizontale inférieure, sur laquelle nous pratiquerons autant de prises que de moteurs. Là, le débit total sera égal à la somme des débits particuliers; la pression sera la même partout. Nous aurons ainsi monté nos moteurs en dérivation (fig. 2).

Dans le premier cas, notre conduite pourra être de faible diamètre. Dans le second, elle pourra naturellement diminuer au fur et à mesure qu'une machine est servie, mais elle devra commencer par avoir de fortes dimensions.

On peut d'ailleurs évidemment, et c'est ce qui se fait en pratique,

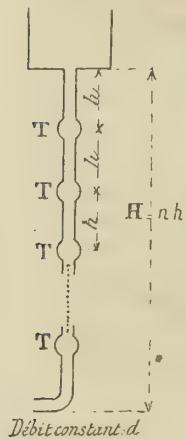


FIG. 1.

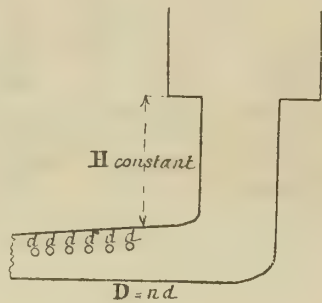


FIG. 2.

combiner les deux systèmes et disposer plusieurs foyers en série sur une dérivation.

Le choix de ces combinaisons est très délicat, et dicté, suivant les circonstances, par des considérations dont l'exposé sortirait de ce cadre.

Disons seulement que le montage en série est ordinairement réservé aux lampes à arc, les lampes à incandescence se montant en dérivation ou en séries très courtes.

Transformateurs. — Dès lors, comment alimenter, à grandes distances, des lampes à incandescence (ce qui est le cas général pour l'éclairage privé), sans tomber dans la dépense de câbles énormes? C'est le problème que résolvent les transformateurs, appareils ainsi nommés parce que, recevant un courant de haute tension et de faible intensité, ils le rendent sous la forme inverse : grande intensité, peu de force électromotrice.

Même en employant, pour les courants à basse tension, un système spécial de montage dû à Edison et qu'on nomme montage à trois fils, disposition qui permet de réduire notablement le diamètre des conducteurs, on ne peut songer à dépasser de beaucoup un rayon de 600 mètres.

Mais, si l'on a un courant de 2 000 volts, par exemple, rien n'empêchera de le lancer à grande distance, et, sur son parcours, de disposer des transformateurs rendant chacun 100 volts et qui formeront comme autant de petites stations secondaires.

En outre, on aura l'avantage de n'introduire, chez les particuliers, que des courants d'assez faible tension pour ne présenter aucun danger, condition indispensable en pratique.

Telle est l'économie générale des grandes stations centrales qui s'établissent aujourd'hui de tous côtés.

Ainsi l'usine d'électricité que la Ville de Paris vient d'établir dans le sous-sol des Halles, et que nous avons décrite dernièrement en détail dans le *Génie Civil* (1), comprend deux réseaux principaux : un réseau à basse tension desservant, dans un rayon maximum de 650 mètres (montage à trois fils), les Halles, la rue du Pont-Neuf, une partie de la rue de Rivoli et la rue des Halles; et un réseau à 2 400 volts s'étendant jusqu'aux boulevards (à 2 000 mètres), destiné, à l'aide de transformateurs, à l'éclairage privé et, de préférence, sur les points les plus éloignés.

Le premier réseau est alimenté par six dynamos Edison à courants continus, de 550 ampères et 75 volts, ou 41 250 watts, chacune; le second, par trois dynamos Ferranti à courants alternatifs.

Compteurs. — Il nous reste à dire quelques mots d'une mesure spéciale, ou plutôt des appareils employés à cet effet, et qui jouent un rôle primordial dans une exploitation : les compteurs.

L'éclairage au gaz des voies publiques se paie à l'heure; il pourrait en être de même de l'éclairage électrique public.

Mais l'éclairage privé exige l'usage de compteurs dans l'un et l'autre cas, électricité ou gaz, et pour des raisons analogues. Toutefois, le principe du comptage est ici plus compliqué. La pression du gaz est, en effet, maintenue assez constante pour qu'on n'ait qu'à enregistrer les quantités fournies. En électricité, il faut mesurer le travail livré en un

temps donné, c'est-à-dire tenir compte à la fois de la tension et de l'intensité.

En se reportant aux définitions données plus haut, on voit que le cas général est la mesure des watts (nombre de joules ou volts-coulombs par seconde, c'est à dire volts-ampères), ou plutôt en pratique, des watts-heures (joules ou volts-coulombs par heure, ou volts-ampères-heures). On emploiera pour cela des *watts-heures-mètres*.

Il est des cas particuliers où, soit la force électro-motrice, soit l'intensité sera constante. Alors il suffira évidemment de recourir soit à des *volts-heures-mètres*, soit à des *ampères-heures-mètres*, et l'on aura le travail par heure en multipliant par la constante de circonstance.

Tel est le but, telles sont les trois classes des compteurs d'électricité. Nous ne saurions ici entrer dans plus de détails, et ne pouvons que renvoyer aux ouvrages spéciaux (1), en rappelant toutefois qu'un grand nombre d'appareils ont été inventés, sur la valeur desquels la Commission de concours actuellement en fonctions donnera bientôt de précieux renseignements.

Unités de lumière. — On remarquera que dans tout ce qui précède nous nous sommes soigneusement abstenu de parler de lumière.

C'est que, bien que l'éclairage soit le but principal des installations électriques actuelles, cette transformation spéciale du travail échappe encore au calcul en tant qu'énergie. On peut savoir exactement la quantité de chaleur que donnera un courant déterminé, dans des conditions définies : on ignore la quantité de lumière qu'il donnera.

L'équivalent mécanique de la lumière serait-il, d'ailleurs, numériquement déterminé, qu'il ne pourrait guère, à ce qu'il semble, servir de base aux mesures pratiques d'intensité lumineuse : cette forme de l'énergie se présente à nos sens sous un aspect tout spécial et leur échappe même en grande partie (rayons extra-violet).

Aussi, tandis que nous venons de voir partout des unités rationnelles, des relations mathématiques, un langage scientifique universel, on ne peut mesurer la lumière, pour ces applications, que par ses effets apparents; on en est réduit à comparer les foyers à une source-type arbitraire, le bec *carcel* à huile défini par Dumas et Regnault.

Il y a même à côté de cette unité, qui, bien qu'artificielle et de pure convention, permet encore des mesures relatives, un genre d'unité appelé *bougie*. Mais l'intensité lumineuse de la bougie varie suivant les constructeurs, qui n'ont pu se mettre d'accord sur la valeur à attribuer à cette fraction conventionnelle du carcel, et l'usage de ce terme ne peut qu'introduire dans le langage une confusion que le cahier des charges général des concessions d'éclairage électrique a sagement proscrire, en prescrivant l'usage exclusif du carcel comme unité.

Il y a bien le Violle, quantité de lumière émise par un centimètre carré de platine en fusion : cet étalon a peut-être le mérite d'une constance vérifiée dans les laboratoires. Il n'a, en tous cas, aucune correspondance théorique avec les systèmes absolus de mesure indiqués ci-dessus; il ne semble pas non plus présenter de grandes facilités pratiques de comparaison.

Quant au *carcel-heure*, c'est la quantité d'énergie susceptible de fournir pendant une heure une intensité lumineuse de 1 carcel.

R. AUDRA.

MÉCANIQUE

MACHINE A FILETER LES BOULONS et à tarauder les écrous.

Dans la section anglaise de la Galerie des Machines à l'Exposition universelle de 1889, figurait une machine à fileter les boulons et tarauder les écrous (fig. 1 et 2), dénommée « La Victoria », qui présente une disposition spéciale des filières. Celles-ci, au lieu d'être placées dans les coussinets ordinaires, sont placées sur la circonférence de disques établis dans le même plan vertical et en regard l'un de l'autre. Les filières sont divisées par moitié, et le rapprochement des disques les reconstitue en une seule. Ce rapprochement s'exécute sous l'action d'une vis à pas inverses, jusqu'à ce qu'ils viennent buter contre des arrêts correspondant à chacun des diamètres intérieurs des filières. Quand le travail est achevé, on éloigne les disques l'un de l'autre pour retirer la vis formée, ce qui évite de lui imprimer un mouvement en sens contraire du pas, comme on est obligé de le faire sur les tours à fileter. Pour amener en regard les demi-filières de même nature, on fait tourner les barillets qui portent les disques, à l'aide de tiges à ressort. Toutes les parties de la machine sont interchangeables.

Le chariot sur lequel sont établis les disques et leurs barillets s'avance ou se recule à la main sur une glissière reliée au reste du bâti par une console. Les tiges à travailler sont maintenues dans un

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 5, p. 113.

(1) Voir notamment la notice de M. Hospitalier sur les compteurs d'électricité, Paris, 1889.

mandrin calé sur un arbre creux qui porte les cônes de transmission. Dans le cas d'un filetage demandant une grande exactitude, on

Un manchon d'embrayage placé à l'arrière permet à volonté d'employer ou non ce mode de travail.

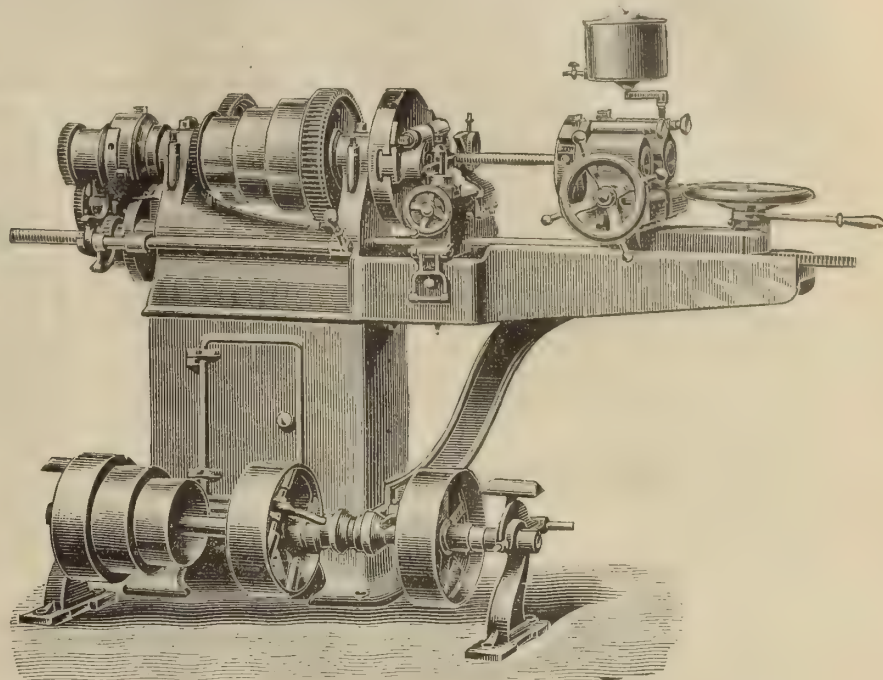
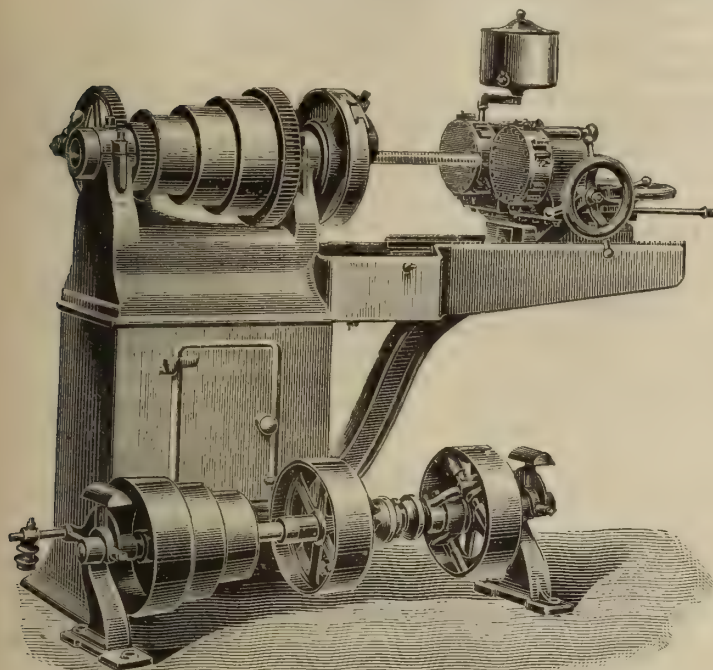


FIG. 1 et 2. — Machines à fileter les boulons et à tarauder les écrous.

adjoint à la machine (fig. 2) une vis-mère commandée d'un côté par engrenages et manœuvrant à l'autre bout le chariot porte-disques.

On peut aussi disposer en avant du mandrin, comme l'indique la figure 2, un coupe-tiges fonctionnant à la main.

HYGIÈNE

L'INCINÉRATION DES CORPS

L'incinération des corps ou la *crémation* a d'abord rencontré en France une impopularité presque universelle. Il est juste pourtant de reconnaître que l'idée fait des progrès, en pratique aussi bien qu'en théorie. Elle gagnera beaucoup, suivant le rang et la valeur des personnes qui l'adopteront. Lorsque l'on voit des hommes d'une intelligence aussi élevée, d'une raison aussi ferme, d'un sens aussi droit que M. Emile Muller, s'être ralliés à cette idée et l'avoir poursuivie jusque dans la mort, on est bien tenté de suivre leur exemple. De pareils chefs de file entraîneront, sans doute, de nombreuses recrues.

Nous ne voudrions pas revenir sur les divers procédés de crémation: ils ont été décrits à plusieurs reprises, avec beaucoup de compétence, dans le *Génie Civil* (1). Mais il ne nous paraît pas inutile d'insister sur le principe même de la crémation, qui rencontre encore des adversaires, soit intéressés, soit insuffisamment éclairés.

Les deux principaux adversaires de la crémation se sont rencontrés dans la religion et dans la médecine légale.

Au nom de certaines croyances à une résurrection future de tous les corps humains, on voulait s'opposer à leur destruction par le feu, sans réfléchir que la destruction par la putréfaction dans la terre arrive à peu près au même résultat, mais seulement par des voies plus lentes. De ce côté, la partie est aujourd'hui gagnée; car la religion ne refuse pas les prières de l'Eglise aux dépouilles mortelles qui vont être détruites par le feu.

La médecine légale a fait une plus longue résistance. Elle allègue que le feu peut détruire la trace d'un crime, et elle prétend que tous les cadavres sont faits pour être conservés en vue de la possibilité d'une expertise médico-légale future, qui peut n'être demandée qu'au bout de longues années. A cette objection l'on a répondu depuis longtemps, en offrant de soumettre préalablement à un médecin légiste, aux fins d'autopsie, tout cadavre à incinérer.

Nous pouvons donc écarter ces deux ordres d'objections, les seules sérieuses, et voir ce que la nature, livrée à elle-même, fait des corps privés de la vie.

Ici, il faut élargir la question, et ne pas nous en tenir à l'homme seul, ni même aux animaux: il faut dire un mot des végétaux qui sont, eux aussi, des êtres vivants.

Nous n'avons pas à rechercher la nature de la vie. Tout ce que nous pouvons constater, c'est la présence d'une force, d'un principe spécial qui anime la matière, et que beaucoup de philosophes ont appelé l'âme par abréviation. Les végétaux ont cette âme comme les animaux. C'est elle qui incorpore aux tissus de la plante les éléments minéraux du sol. C'est elle qui, avec du carbone, de l'hydrogène, de

l'oxygène, fait du bois, des feuilles, des fleurs, du sucre, des parfums des médicaments, des poisons. Une fois cette âme partie, le cadavre du végétal se décompose: les fleurs, les feuilles, le bois sont envahis par les microbes de la putréfaction et ramenés à leurs éléments minéraux primitifs. Ces éléments, ajoutés au sol, iront entrer dans de nouvelles combinaisons végétales, où ils recommenceront le même cycle.

Mais supposons le végétal utilisé par l'animal comme comestible. Il y aura à notre cycle évolutif une étape de plus: voilà tout. La substance végétale se transformera en substance animale; et lorsque l'âme quittera le corps de l'animal, les microbes de la putréfaction ramèneront toutes ses parties molles à leurs éléments minéraux; les muscles, le cerveau, les intestins, le cœur, les poumons seront transformés en sels de potasse, de soude, de chaux, de fer, de magnésie, en hydrogène sulfuré, en carbonate d'ammoniaque, etc. Et tout cela retournera au sol pour entrer dans de nouvelles combinaisons vivantes par le moyen du végétal.

Enfin, supposons l'animal utilisé par l'homme comme comestible: nous ajoutons encore une étape à notre cycle. La substance animale sera transformée en substance humaine, laquelle gardera ses propriétés vivantes jusqu'au départ de l'âme. Mais à ce moment la dépouille mortelle, fût-elle celle d'un roi de la pensée ou d'une reine de la beauté, sera ramenée par les microbes de la putréfaction à ses éléments minéraux, lesquels sont destinés à entrer dans une combinaison végétale qui leur fera parcourir de nouveau le cycle des diverses incarnations de la matière à travers les êtres vivants.

Donc, il faut bien admettre la circulation éternelle de la matière à travers le règne minéral, le règne végétal, le règne animal. Déjà, Pythagore avait eu la conception de cette vérité scientifique en disant que *tout change et rien ne périt*, vérité renouvelée par Lavoisier avec preuves à l'appui, et formulée dans cet axiome, justement impérissable: « Rien ne se crée, rien ne se détruit, tout se transforme. » Et c'est ainsi que la matière de notre corps a déjà servi à constituer des milliers d'autres corps. Et pour fournir les éléments de leur structure à tous les êtres contenus dans les profondeurs d'un avenir infini, il faut que nos corps, une fois privés de vie, soient non pas conservés, mais détruits ou transformés.

Il y a trois modes principaux de destruction ou de transformation: 1° l'emploi pour l'alimentation; 2° la décomposition lente par les microbes de la putréfaction; 3° la décomposition rapide par le feu.

L'emploi pour l'alimentation doit être naturellement écarté.

Reste la putréfaction en terre, ou bien la crémation. A quel mode doit-on donner la préférence?

Au point de vue du sentiment privé, la combustion est bien aussi séduisante que la décomposition lente, hideuse, infecte de la putréfaction souterraine. Ajoutons-y, pour ceux qui craignent d'être enterrés vivants, la certitude que donne la combustion d'échapper à cette horrible agonie du tombeau.

Au point de vue de l'hygiène publique, la supériorité de la crémation sur l'inhumation est incontestable. « Les cadavres inhumés.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome I, n° 8, p. 469, n° 9, p. 497, n° 10, p. 229, n° 11, p. 256, n° 12, p. 281, n° 13, p. 354 et n° 16, p. 379.

dirons-nous avec le docteur Nicolas ⁽¹⁾, sont notoirement nuisibles, en ce que les produits de leur putréfaction tardive ou précoce, accélérée ou ralentie, infectent l'air, le sol, les eaux, d'une manière encore mal définie, discutable, mais non douteuse en principe. »

Que serait-ce, s'il s'agissait des maladies contagieuses ou transmissibles (peste, choléra, variole, diphtérie, etc.), et si l'on voulait évoquer les nombreux exemples de leur propagation par la conservation de leurs germes dans des cadavres exhumés après de longues années ?

La crémation remédie à tout cela, en supprimant la putréfaction et ses produits, en détruisant d'une façon absolue les germes des maladies transmissibles.

Que lui manque-t-il donc pour être adoptée ? L'habitude. C'est une idée nouvelle avec laquelle il faut se familiariser ; et voilà pourquoi il nous a paru utile de rappeler sur elle l'attention d'un public intelligent et éclairé.

Dr HECTOR GEORGE,

Maitre de Conférences à l'Institut national Agronomique.

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

PROJET DE LOI RELATIF À L'AMÉLIORATION DU PORT DU HAVRE et de la basse Seine.

Le *Génie Civil* a entretenu ses lecteurs, à plusieurs reprises, des travaux projetés pour l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine.

Après des enquêtes multiples, le Gouvernement avait soumis à la Chambre précédente un projet grandiose ayant pour but, en ce qui concerne le Havre :

De constituer une nouvelle entrée qui soit à l'abri des ensablements provenant de l'estuaire de la Seine ; d'améliorer l'entrée actuelle en l'approfondissant et en supprimant le chenal étroit et sinueux qui lui fait suite ; de faciliter l'escale des navires de passage, les manœuvres d'entrée et de sortie des grands courriers de la poste et la circulation des bâtiments de moyenne importance ; enfin, de porter à 8 mètres, dans les points où c'est utile, le tirant d'eau dont la navigation pourra disposer.

En ce qui concerne la basse Seine :

De constituer un chenal fixe dans la plus grande partie de l'estuaire et de restreindre les divagations des vases et sables dans le reste ;

D'augmenter le mouillage de 1^m 50 ou 2 mètres dans l'estuaire ;

Également d'accroître le volume du flux qui remonte le fleuve, et d'obtenir ainsi jusqu'à Rouen une meilleure tenue des eaux ;

Enfin de remplacer les ouvrages défensifs qui vont être ou supprimés ou frappés d'impuissance, par de nouveaux ouvrages capables d'assurer la sécurité du Havre et de ses dépendances nautiques.

Les dépenses à faire pour l'exécution de ce programme de travaux s'élèvent à un total de 96 millions. Cette somme se répartit comme suit : pour l'amélioration du port du Havre, 73 millions ; pour l'amélioration de la basse Seine, 23 millions, ensemble 96 millions.

Cette dépense doit être supportée pour un quart par le département de la Seine-Inférieure, la ville du Havre, la ville de Rouen et les Chambres de Commerce du Havre et de Rouen, et pour le reste par l'État.

Dans ces conditions, les 96 millions nécessaires seraient fournis par les divers participants de la façon suivante : l'État donne 72 millions ; le département de la Seine-Inférieure, 5 millions ; la ville du Havre, 2 millions ; la ville de Rouen, 1 million ; la Chambre de Commerce du Havre, 12 500 000 francs ; la Chambre de commerce de Rouen, 3 500 000 francs.

Ce projet, sur lequel il a été publié diverses études dans le *Génie Civil*, a été discuté à la Chambre dans les séances des 23 et 24 janvier 1889, et finalement adopté le 26 janvier de cette année.

Le Sénat en a été saisi ensuite. Un rapport a été présenté par M. Krantz, sur ce projet qui a été discuté au Luxembourg dans les séances des 25, 27 et 28 juin 1889.

Au cours de cette discussion, plusieurs amendements ou contre-projets ont été proposés et soutenus. Un débat très étendu s'éleva notamment sur un contre-projet de M. Teisserenc de Bort.

Se préoccupant plus particulièrement de la partie financière du projet du Gouvernement, l'honorable sénateur a recherché si ces grands travaux, qui doivent entraîner une dépense si considérable, ne pourraient pas être exécutés — sans grever encore les finances de l'État qui commencent à ployer sous le poids des charges qu'on leur impose — à l'aide de ressources fournies par des taxes locales, de droits spéciaux sur les navires qui fréquentent le port dont il s'agit et sur les marchandises qui y sont débarquées.

Ce contre-projet ayant été adopté au Sénat le 29 juin dernier par 150 voix contre 100 (ou plutôt, après des rectifications postérieures au scrutin, par 152 voix contre 98), le projet du Gouvernement fut renvoyé à la Commission pour être remanié. Mais, quelques jours après, la session était close.

Le Sénat n'ayant pas été, comme la Chambre, soumis cette année à

des élections générales, la Commission spéciale, nommée au mois de février dernier pour l'examen de ce projet de loi, en est restée saisie, et, dès l'ouverture de la session extraordinaire de 1889, elle s'est réunie et a convoqué dans son sein tous les auteurs d'amendements ou de contre-projets.

Successivement, elle a entendu M. Cuvinot, M. Teisserenc de Bort et M. Reymond. Nous venons de faire connaître la pensée maîtresse du contre-projet de M. Teisserenc de Bort. Quant à M. Cuvinot, il demandait par son amendement que, le projet du Gouvernement étant maintenu tel qu'il avait été présenté, il fût seulement stipulé que si le devis des travaux et des dépenses établi dans ce projet était dépassé, l'État ne fût obligé de supporter que la moitié de l'excédent des dépenses qui seraient effectuées, la ville du Havre devant se charger de payer l'autre moitié.

Acceptant en principe le projet du Gouvernement, M. Reymond réduisait, par son amendement, le programme des travaux à exécuter immédiatement, et les limitait au dragage des hauts fonds de la Seine, en amont du Havre et de Honfleur, — et au dragage de la passe actuelle du sud-ouest au Havre.

Tous ces amendements ou contre-projets ont été repoussés par la Commission du Sénat, qui s'est refusée à accepter les transactions qu'on lui proposait, et a décidé de maintenir le projet tel qu'il est et de demander au Sénat, avec l'appui du ministre des Travaux publics, de voter ce projet sans y rien changer.

M. Krantz, président de la Commission, a été chargé de rédiger un second rapport, et de le déposer sur le bureau de la haute Assemblée, avec les conclusions que nous venons de faire connaître.

M. Krantz a accepté cette mission et a insisté auprès de ses collègues pour que la discussion de ce projet de loi ne s'ouvre devant le Sénat qu'à la session ordinaire de 1890. Il leur a fait remarquer que, devant l'opposition qui s'est déjà affirmée contre ce projet, il y aurait danger à couper en deux ce débat, la première lecture ayant lieu à la fin de ce mois et la seconde lecture seulement l'année prochaine, et qu'il valait mieux l'ajourner à l'année prochaine.

La Commission s'étant rangée à l'avis de M. Krantz, il a été décidé que ce second rapport ne serait déposé sur le bureau du Sénat qu'à la fin de ce mois de décembre. La discussion des conclusions de ce rapport viendra vraisemblablement, en séance publique, dans les derniers jours du mois de janvier 1890.

Telles sont les diverses phases de la procédure parlementaire par lesquelles a passé le projet relatif à l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine. Nous résumerons prochainement les débats qui ont eu lieu au Sénat sur ce projet, sur les amendements et sur les contre-projets, soit en séance publique, au mois de juin dernier, soit tout récemment dans la Commission spéciale.

G. LATOUCHE.

CHRONIQUE PARLEMENTAIRE

C'est encore à des affaires qui ne sont point de notre ressort que le Parlement a presque entièrement consacré la semaine qui vient de s'écouler. Il n'y a point lieu du reste de s'en étonner. La Chambre renouvelée avait à se constituer et à régler, comme le Sénat lui-même, diverses questions administratives et politiques laissées en souffrance par sa devancière. Une fois ce terrain débarrassé, les discussions économiques et industrielles pourront reprendre leur tour. On annonce au Sénat, pour le commencement de janvier, la mise à l'ordre du jour du rapport relatif aux améliorations du port du Havre, et le Gouvernement a déposé jeudi dernier sur le bureau de la Chambre un projet de loi portant déclaration d'utilité publique pour les travaux de dérivation et d'adduction à Paris des sources de la Vigne et de Verneuil. Ces deux entreprises représentent ensemble une dépense d'une centaine de millions, dont une partie seulement sera dépensée en 1890 ; le vote définitif des lois qui les concernent n'en sera pas moins bien accueilli, comme étant le point de départ de ces travaux utiles, auxquels on désire voir le Parlement de plus en plus se consacrer.

La nécessité de doter Paris d'une quantité d'eau plus considérable que celle dont on y dispose actuellement est depuis longtemps reconnue. Dès le 12 juin 1888, le Gouvernement présentait à la Chambre un projet de loi, dont celui qui va être mis en discussion n'est que la reproduction, et nous trouvons le rapport de la Commission chargée d'examiner le premier projet, comme annexe au procès-verbal de la séance du 24 janvier dernier. Quelques indications empruntées à ce rapport, dans lequel la question était présentée sous toutes ses faces, pourront intéresser le lecteur en attendant que la discussion politique et des études plus détaillées viennent lui apporter de nouveaux éléments d'information.

Paris possède aujourd'hui 2 250 000 habitants, et le service des eaux ne livrant journellement que 400 000 mètres cubes, le chiffre dont on dispose par habitant n'est que de 170 litres (service public et service privé compris). La comparaison avec les progrès réalisés dans les pays voisins montre que cette consommation est insuffisante. Dans les villes anglaises, on réclame en moyenne de 180 à 340 litres. Les villes américaines ont de 300 à 400 litres par tête et par jour. New-York possédera bientôt 1 mètre cube d'eau fraîche par habitant ;

(1) *Chantiers de terrassements en pays paludéens.*

mais, sans aller si loin, on constate qu'en France, Lyon, qui veut compléter sa distribution au moyen de la dérivation des sources de l'Ain, estime qu'une quantité de 400 litres par habitant lui est nécessaire, et Marseille, qui, il y a un demi-siècle, n'avait pas plus de 65 litres par tête, donne aujourd'hui à chacun de ses habitants 792 litres d'eau.

Si l'infériorité de Paris est reconnue quant à la quantité totale dont on dispose, cette situation défavorable est encore plus sensible si on examine la quantité relative d'eau de source, la seule que l'hygiéniste admette aujourd'hui pour les usages domestiques de la grande agglomération parisienne. La situation actuelle est donnée par le tableau suivant :

		Mètres cubes.	
Service public et privé d'utilisation.	Eau de Seine et de Marne.	160.000	286.000
	Eau de l'Ourcq.	117.000	
	Arceuil et puits artésiens.	9.000	
Service d'alimentation.	Dhuis.	18.000	114.000
	Vanne.	96.000	
		400.000	

Or si l'on veut donner aux 2 250 000 habitants un minimum d'eau d'alimentation de 100 litres par jour, on se trouve en présence d'un déficit de 110 000 litres, chiffre que les sources de la Vigne et de Verneuil peuvent précisément fournir dans les meilleures conditions de pureté, de fraîcheur et de continuité.

Pour arriver à ce résultat, les eaux seront réunies dans un aqueduc qui, après un parcours de 102 kilomètres, aboutira à un réservoir de 400 000 mètres cubes situé à Montretout, et permettant, par ses vastes dimensions, de faire face aux oscillations de la consommation au moment des grandes chaleurs. Les dépenses totales de premier établissement sont évaluées à 34 millions, et les frais d'entretien annuels ne dépasseront pas 50 000 francs.

Ce projet a soulevé de vives oppositions de la part des populations agricoles et industrielles de la région. Les réclamations des usiniers, au point de vue de la perte de force motrice qu'ils subissent, sont faciles à évaluer, et, réduites à leur juste mesure, ne sauraient causer une dépense bien considérable. Quant à la valeur des eaux d'irrigation ainsi enlevées, le problème est plus difficile à résoudre, mais sa solution ne saurait en aucune façon arrêter l'accomplissement d'une mesure dont la population parisienne tout entière attend une amélioration sensible de ses conditions d'hygiène et de vitalité. Le problème de la lutte pour l'existence se présente encore une fois ici sous une forme bien visible. On a souvent parlé du drainage qui se fait des petites villes vers les grandes, non seulement pour tous les objets nécessaires à la vie, mais aussi pour l'homme lui-même, que la capitale attire sans cesse. Il faut que celle-ci, en grandissant, assure à son tour les meilleures conditions de son développement, fût-ce au détriment de quelques intérêts privés respectables. En s'emparant des sources de la Vigne et de Verneuil, Paris donnera au mot de « drainage », sa nouvelle acception.

G. B.

CONGRÈS

CONGRÈS COLONIAL

tenu à Paris, au mois de décembre 1889.

La séance d'ouverture du Congrès colonial a eu lieu, ainsi que nous l'avons dit dans le dernier numéro du *Génie Civil* (1), le lundi 9 décembre. Depuis lors, les diverses sections ont tenu plusieurs séances importantes, de graves questions ont été discutées, et l'on ne peut que s'applaudir de l'esprit libéral et pratique qui a inspiré les divers vœux que les sections ont déjà décidé de présenter à l'Assemblée générale du Congrès.

Sans pouvoir aborder encore l'examen des réformes et des solutions proposées, au point de vue des intérêts commerciaux et industriels de la France et de ses colonies, ce qui ne pourra se faire utilement que lorsque les sections auront terminé leurs travaux, nous allons, cependant, indiquer sommairement les questions qui sont mises à l'étude et en discussion.

PREMIÈRE SECTION. — Organisation générale des colonies. — La première section a élu pour président, M. Emile Lenoël, sénateur, et pour vice-présidents, MM. de Casabianca, sénateur, et Chessé, ancien gouverneur de la Guyane française. Elle a examiné d'abord à un point de vue général la situation actuellement faite aux colonies par les sénatus-consultes de 1854 et 1866 et par la constitution de 1873, et a été amenée à se prononcer sur diverses propositions tendant, les unes à établir l'assimilation, les autres à assurer l'autonomie des colonies. Elle s'est montrée peu favorable à la politique d'assimilation. La majorité de ses membres croit qu'il est dangereux de vouloir uniformiser les institutions régissant les diverses colonies, sous prétexte de les rattacher davantage à la métropole; elle ne pense pas

non plus qu'il y ait avantage à franciser à outrance les indigènes. En conséquence, elle a émis les deux vœux suivants, sur la rédaction définitive desquels elle s'est réservée de revenir :

Que dans tous les territoires soumis à la domination française, les efforts de la colonisation tendent à propager, parmi les indigènes, la langue nationale, les procédés industriels, et progressivement l'esprit et la civilisation de la France.

Que chaque colonie soit soumise à un régime spécial, approprié à ses besoins, et tenant compte à la fois des intérêts métropolitains et des intérêts locaux.

La section a désigné en outre dix de ses membres pour former une commission, qu'elle a chargée d'étudier les questions se rapportant spécialement à la défense des colonies.

DEUXIÈME SECTION. — Algérie et Tunisie. — Cette section est présidée par M. Houdas, président de l'association de l'Afrique du Nord, avec M. Le Barrois d'Orgeval, ancien préfet de Constantine, comme vice-président. Elle a étudié et discuté la question suivante : Quel but la France doit-elle se proposer en Algérie? Quel régime doit-elle instituer dans ce pays?

A l'unanimité, les membres de la section ont été d'avis qu'il fallait, en Algérie, se tenir à égale distance d'un régime basé sur l'autonomie et d'un régime qui reposerait sur la politique d'assimilation. Ils ont en conséquence émis le vœu suivant :

Attendu que l'Algérie est une terre française, qu'il importe d'y propager l'esprit de la France, celle-ci doit s'efforcer d'inspirer des sentiments français aux indigènes, d'assimiler les étrangers européens, et de donner à l'Algérie les institutions les plus propres à procurer ce résultat.

La section a commencé ensuite l'étude de l'organisation de l'Algérie.

TROISIÈME SECTION. — Colonies d'Amérique. — M. Allègre, sénateur, ancien gouverneur de la Martinique, a été élu président de la section, et MM. Périssé, chef d'escadron d'artillerie de marine, et Bouchié de Belle, avocat au Conseil d'Etat, vice-présidents.

La section s'est occupée du régime à établir dans les Antilles françaises, et a émis l'avis que la Martinique et la Guadeloupe devaient être transformées en départements français, ce qui aurait pour conséquence le remplacement des gouverneurs actuels par des préfets et le rattachement des services publics aux ministères correspondants. La population de ces deux îles est, en effet, exclusivement française; leur organisation administrative est déjà presque identique à celle de la métropole; il ne s'agit plus que de compléter et parfaire l'assimilation. Une grave question ayant été posée, celle de savoir si les conseils généraux devraient conserver les pouvoirs exceptionnels qu'ils ont en matière financière et douanière, ou si ces pouvoirs devraient être supprimés, la section a été d'avis que, sur ce point comme sur tous les autres, l'assimilation devait être complète et par suite :

Que la loi de 1871 sur les conseils généraux devait être appliquée à la Martinique et à la Guadeloupe;

Que les pouvoirs des conseils généraux de ces deux îles devaient être considérablement restreints;

Que les deux colonies devaient entrer dans le système douanier de la métropole, obtenant ainsi la franchise complète pour leurs échanges avec elle, et la protection résultant soit du tarif général, soit des tarifs conventionnels.

La section a admis, toutefois, comme dérogations à ces mesures :

1° Que les deux colonies devaient être maintenues, au moins provisoirement, sous l'autorité du ministère des Colonies, jouant vis-à-vis d'elles le rôle de ministère de l'Intérieur;

2° Que la disparition du budget local autonome ne devait pas entraîner l'augmentation des charges pesant actuellement sur la colonie;

3° Que des tarifs douaniers spéciaux, frappant seulement les produits étrangers, pouvaient être, en cas de besoin, votés par le Parlement, soit pour protéger l'industrie locale, soit pour protéger ses exportations.

QUATRIÈME SECTION. — Côte occidentale d'Afrique. — La section a désigné pour président, M. l'amiral Vallon, député du Sénégal, et pour vice-présidents, MM. Camille Dreyfus, député, et Charles Sollér. Elle a étudié et discuté les lignes générales de la politique que la France doit suivre vis-à-vis des indigènes de la côte d'Afrique; puis elle a émis un avis favorable sur la question d'envoi dans le Soudan français, pour être employés à des travaux publics, des condamnés à la transportation et à la relégation.

CINQUIÈME SECTION. — Colonies et protectorats de la mer des Indes. — La section a choisi pour président, M. le général Rolland, et pour vice-présidents, MM. Fulcrand, colonel du génie, et Sicre de Fontbrune. Elle a commencé ses travaux par l'étude de la situation économique de l'île de la Réunion.

Au sujet de la question des sucres coloniaux, question d'un intérêt capital pour cette colonie, elle a émis les trois vœux suivants :

Que le principe de l'équivalence étant inscrit dans notre législation sur les sucres, les exportateurs des colonies jouissent de tous les avantages dont jouissent ceux de la métropole;

Que le déchet de fabrication alloué aux sucres exportés des colonies françaises à destination de la métropole, soit alloué à tous les sucres exportés des colonies, sans distinction de destination;

Qu'il soit fait application aux sucres de cannes étrangers, à leur entrée en France, de la surtaxe imposée dans le même cas aux sucres de betteraves étrangers.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 7, p. 176.

Après l'examen de diverses autres questions relatives à l'agriculture, au change et au crédit dans l'île de la Réunion, la section a émis les deux vœux suivants :

Que par réciprocité de la franchise accordée aux produits français arrivant dans les colonies, la franchise soit accordée également, à leur entrée en France, aux produits des colonies françaises;

Qu'un câble télégraphique soit établi pour relier la Réunion à la métropole.

Au cours de l'une des séances, M. Lemyre de Villers a donné un exposé étendu et fort intéressant de la situation de la France à Madagascar, et a fait connaître les progrès obtenus dans la propagation de la langue française. Il a parlé aussi de notre établissement à Diego Suarez, où la France a le plus grand intérêt à créer un grand port répondant à tous les besoins actuels de la marine militaire et de la marine marchande.

Enfin la section s'est occupée de l'Inde française. Elle a émis le vœu que le gouvernement fasse procéder à la construction du port de Pondichéry, et affecte à la garantie de l'intérêt du capital nécessaire à cette construction le montant intégral de la rente indienne.

SIXIÈME SECTION. — *Indo-Chine*. — Cette section a élu comme président M. Lemyre de Villers, ancien résident général de France à Madagascar et député de la Cochinchine française, et comme vice-présidents, MM. Lisbonne, ancien directeur des constructions navales, et Grodet, ancien gouverneur de la Martinique.

Elle a commencé l'examen de plusieurs des importantes et difficiles questions de la solution desquelles dépend en grande partie le succès de notre établissement dans l'Indo-Chine; question de l'Union indo-chinoise, du gouvernement général et de l'administration des quatre pays distincts qui composent cette Union : Cochinchine française, Cambodge, Annam et Tonkin; question de la propagation de la langue française; question du régime et des tarifs douaniers; question des fonctionnaires, de leur recrutement et de leur préparation aux emplois qu'ils sont appelés à remplir.

La majorité des membres de cette section paraît être d'avis que chacune des parties de l'Indo-Chine doit avoir son autonomie administrative, mais que ces quatre parties ayant de grands intérêts communs, il y a lieu de maintenir à leur tête un haut fonctionnaire civil réunissant en ses mains tous les pouvoirs politiques, et ayant directement sous ses ordres un commandant en chef de toutes les forces militaires et navales, pouvant les déplacer, les mobiliser, les concentrer selon les besoins de la sécurité intérieure et de la défense extérieure.

Les vœux suivants ont été émis :

Que l'enseignement officiel dans l'Indo-Chine soit basé dans la plus large mesure sur l'étude de la langue française;

Que les ressources budgétaires de l'instruction publique soient principalement employées à la diffusion de cette langue;

Que dans toute l'étendue de l'Indo-Chine française le gouvernement fasse étudier les moyens d'encourager l'étude du français, et de rendre cette étude accessible facilement et à peu de frais aux populations indigènes;

Que le gouvernement encourage par des subventions les missionnaires à propager la langue française.

En ce qui concerne l'éducation et la préparation des fonctionnaires français, la section a été d'avis que si une école coloniale, ou mieux une école indo-chinoise spéciale est établie à Paris, cette école ne doit pas avoir le monopole exclusif de la préparation aux emplois de l'Indo-Chine, et que ces emplois doivent être donnés à la suite de concours publics organisés dans des conditions à déterminer.

SEPTIÈME SECTION. — *Etablissements de l'Océanie*. — M. Raoul, délégué de Tahiti à l'Exposition permanente des colonies, a été élu président de cette section; les vice-présidents sont MM. Dorat, colonel d'infanterie de marine, et Ch. Petit, conseiller à la Cour de Cassation.

Pendant la première semaine du Congrès, cette section n'a tenu qu'une seule séance, dans laquelle elle s'est occupée uniquement de Tahiti. — Deux vœux ont été émis :

Le premier demandant la création d'une ligne de paquebots réguliers entre Papeete et Nouméa, qui reliaient par suite Tahiti à la métropole, les Messageries Maritimes ayant un service régulier allant jusqu'à Nouméa;

Le second que la colonie de Tahiti soit représentée au Parlement.

(A suivre.)

A. C.

INFORMATIONS

Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie.

Le Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie a tenu une première séance le 12 décembre dernier, sous la présidence de M. Tirard, ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies.

M. Tirard a d'abord prononcé une allocution, dans laquelle il a défini la mission que le Conseil supérieur allait avoir à remplir. Il a rappelé le rôle considérable qui allait incomber à la législature

nouvelle par suite de l'expiration prochaine des traités de commerce. Le Parlement va être appelé à fixer le régime économique sous lequel nous devons vivre. Or il est impossible de se prononcer sans entendre les intéressés. La masse de la nation étant représentée par les chambres de commerce, les syndicats, les chambres d'agriculture, le Gouvernement a pensé qu'il fallait consulter ces diverses associations, et c'est pour dresser le programme de cette consultation qu'il a décidé de convoquer le Conseil supérieur du Commerce et le Conseil supérieur de l'Agriculture.

D'après ce qu'a dit M. Tirard, le Gouvernement ne veut ni influencer les décisions ni même faire prévaloir un avis quelconque sur la manière dont les questions devront être posées : « Il n'est ni protectionniste, ni libre-échangiste. » Toutefois, le ministre a cru devoir déclarer qu'il ne fallait pas attribuer aux traités de commerce la crise économique dont on se plaint. Cette crise est due à des causes bien connues, notamment le krach financier et le phylloxera.

Les traités de commerce, a ajouté M. Tirard, avaient été conclus à la suite d'une longue et minutieuse enquête, et correspondaient bien aux nécessités du moment et à l'état des esprits d'alors. Aujourd'hui, l'état des esprits a changé, nous entrons dans une période nouvelle. Le Gouvernement, en présence de ce nouvel état de choses, ne veut pas s'engager sans avoir consulté la nation. Il a donc convoqué le Conseil supérieur, qui renferme des représentants de tous les intérêts en cause, pour le prier de dresser un questionnaire qui sera adressé aux corps compétents.

Après l'allocution de M. Tirard, un débat s'est engagé sur la manière dont le questionnaire devra être dressé, et on a bien vite dépassé les limites restreintes de cette question pour aborder les discussions de principe. Plusieurs membres ont pris la parole en faveur soit du renouvellement, soit de la suppression, soit de la revision des traités de commerce.

Finalement le Conseil supérieur a nommé une Commission de douze membres avec la mission de dresser la liste des questions qui seront adressées aux Chambres de commerce, syndicats, etc.

Ont été désignés pour faire partie de cette Commission :

MM. MÉLINE, ancien ministre de l'agriculture, président du groupe agricole de la Chambre;

POIRRIER, sénateur, président de la Chambre de commerce de Paris;

AYNARD, député de la huitième circonscription de Lyon, banquier;

DAUTRESME, ancien ministre du Commerce;

Alexandre LÉON, armateur;

FERAY, sénateur, industriel à Essonnes;

LOCKROY, ancien ministre du Commerce;

POUYER-QUERTIER, sénateur, président de la Chambre de commerce de Rouen;

Cyprien FABRE, président de la Chambre de commerce de Marseille;

ROGE, maître de forges à Pont-à-Mousson;

DE MONTGOLFIER, industriel à Annonay;

AMÉ, ancien directeur général des douanes.

La Commission s'est aussitôt réunie sous la présidence de M. Feray, et elle a décidé que M. Dautresme, s'inspirant des diverses considérations mises en avant au cours de la discussion, lui soumettrait un projet de questionnaire à sa prochaine réunion.

Cette nouvelle réunion de la Commission a eu lieu le 14 décembre, au ministère du Commerce. Voici le texte du projet de questionnaire qui lui a été présenté par M. Dautresme :

I^o Quelle est la situation des industries de votre circonscription? Quelle influence le régime économique actuel a-t-il eue sur elles au point de vue de la production, de la consommation intérieure et de la concurrence étrangère?

II^o Dans quels pays exportez-vous?

Dans quels pays importez-vous?

A quel chiffre s'élèvent les exportations et pour combien entrent-elles dans le chiffre total?

Quel est le chiffre de vos importations des produits similaires étrangers?

Quelles variations ces chiffres ont-ils subies depuis l'inauguration du régime actuel?

III^o Êtes-vous d'avis qu'il faut dénoncer les traités existants? Comment les remplacer?

Entendez-vous qu'on en doive conclure de nouveaux? Entendez-vous que l'Etat conserve sa pleine liberté d'action, ou qu'il établisse soit un tarif général, soit un tarif général unique applicable à tous les pays sans distinction, soit deux tarifs, l'un maximum, l'autre minimum applicable aux nations qui nous accorderaient des avantages corrélatifs?

IV^o Que pensez-vous d'un droit frappant les matières premières nécessaires à votre industrie et de quelle manière serait-il possible d'empêcher que ce droit n'entravât votre exportation?

Faut-il avoir recours au *Drawback*, à l'admission temporaire ou à tout autre moyen?

V^o Demandez-vous qu'on modifie le tarif général des douanes, soit en ce qui touche le taux des droits, soit en ce qui touche leur classification?

Quelles sont les modifications que vous demandez et pour quelles raisons?

VI^o Convient-il d'assimiler complètement le régime douanier des colonies à celui de la métropole?

VII^o Parmi les tarifs de vos chemins de fer en est-il qui favorisent la concurrence étrangère à votre détriment?

La gare du chemin de fer des Moulineaux.

La question d'établir une gare sur l'esplanade des Invalides pour le chemin de fer des Moulineaux a été discutée au Conseil municipal de Paris dans les séances du 6 et du 11 décembre. M. Alphand, directeur des travaux de la ville de Paris, s'est d'abord efforcé de justifier cet emplacement.

Cette gare serait, d'après lui, une gare de grande vitesse, d'où partiraient des trains rapides dans les directions de la Bretagne et de la Normandie. Son emplacement doit être central, c'est-à-dire se trouver à peu près à l'esplanade. On ne peut pas l'installer en amont, à cause du ministère des Affaires étrangères et de la Chambre des Députés. En aval, il y a le pâté de maisons contigu à l'avenue de la Tour-Maubourg, et, même en le démolissant, on ne trouverait pas encore la place des voies d'évitement; il faudrait couper l'avenue.

On a été ainsi amené à un projet dans lequel la gare est installée sur l'esplanade même. D'après M. Alphand, la perspective des Invalides ne souffrirait pas. On ne prendrait que deux carrés sur les six dont se compose la promenade. L'esplanade a 487 mètres de longueur; après l'affectation proposée, il resterait encore une perspective de plus de 300 mètres.

Un certain nombre de conseillers municipaux se sont déclarés opposés au bouleversement de l'esplanade des Invalides. D'autres ont émis l'opinion que la grande gare projetée serait mieux située sur l'emplacement du garde-meuble et du dépôt des marbres.

Finalement le Conseil municipal, par 33 voix contre 22, a décidé de procéder à une nouvelle enquête, qui devra s'étendre non seulement aux 7^e et 14^e arrondissements, plus ou moins intéressés au prolongement de la ligne des Moulineaux, mais aussi aux 6^e et 14^e arrondissements, qui seraient évidemment lésés par le déplacement éventuel de la gare Montparnasse.

Le prolongement de la ligne de Sceaux.

Un décret du Président de la République, en date du 14 décembre 1889, déclare d'utilité publique les travaux à exécuter pour le prolongement, dans l'intérieur de Paris, du chemin de fer de Paris à Sceaux et à Limours jusqu'aux abords du carrefour Médicis.

Dans le rapport qui précède la publication de ce décret, le ministre des Travaux publics rappelle qu'aux termes de la convention approuvée par la loi du 20 novembre 1883, la Compagnie d'Orléans est tenue d'exécuter les travaux de transformation du chemin de fer de Paris à Sceaux et à Limours, pour le ramener à la voie normale.

Les études exigées pour cette transformation ont fait reconnaître qu'il serait facile, au lieu d'agrandir et de compléter la gare tête de ligne sur son emplacement actuel (place Denfert-Rochereau), de la reporter dans l'intérieur de Paris, vers le carrefour de Médicis, au moyen d'un prolongement de la ligne.

D'après l'avant-projet présenté par la Compagnie d'Orléans, le tracé du prolongement aurait une longueur de 1 686 mètres; il serait entièrement en souterrain, sauf deux courtes sections à ciel ouvert, l'une à la traversée du square de la place Denfert, l'autre au croisement du boulevard Port-Royal et de l'avenue de l'Observatoire.

Le minimum de rayon des courbes serait de 250 mètres et le maximum des déclivités de 0^m 02. La ligne serait établie pour deux voies. La Compagnie a d'ailleurs pris toutes mesures pour rendre possible son raccordement avec les lignes métropolitaines qui pourraient être créées dans l'avenir.

La dépense est évaluée à 6 412 000 francs, y compris une somme de 112 000 francs pour travaux réclamés par le service des carrières. Mais il y lieu de retrancher de cette somme celle de 2 900 000 francs correspondant aux dépenses qu'il eût fallu faire à la gare actuelle de la place Denfert-Rochereau pour travaux d'agrandissement, si cette gare fût restée tête de ligne. De telle sorte que l'augmentation réelle qu'entraînera l'exécution du prolongement sur les prévisions de la transformation de la ligne de Limours se trouve réduite à 3 512 000 francs.

La Compagnie d'Orléans espère, d'ailleurs, que ce sacrifice sera largement compensé par l'accroissement de trafic qu'occasionnera le rapprochement de la gare tête de ligne de l'intérieur de Paris.

Le chauffage des voitures de place.

On sait que l'emploi de charbons ou briquettes pour le chauffage des voitures présente des dangers lorsque les gaz produits par la combustion ne se dégagent pas à l'extérieur des voitures; des cas d'intoxication par l'oxyde de carbone ont été constatés, à diverses reprises, dans des voitures pourvues de ce mode de chauffage. Déjà, l'année dernière, le Conseil d'hygiène avait décidé de demander la suppression de ce système; mais les Compagnies de voitures avaient jusqu'ici continué à l'employer. De nouveaux accidents s'étant produits au commencement de cet hiver, le Préfet de Police a rendu, la semaine dernière, une ordonnance d'après laquelle « les charbons ou briquettes ne pourront plus être utilisés comme mode de chauffage des voitures

de place et de remise, à moins que les chauffeuses ne soient disposées de telle sorte que les gaz de la combustion se dégagent directement à l'extérieur. »

Les Compagnies de voitures ont d'abord protesté contre l'application immédiate de cette ordonnance, en prétextant qu'il ne leur était pas possible d'apporter, du jour au lendemain, des modifications à tout leur matériel en circulation. Finalement, elles ont adopté le projet de modification suivant, qui a été soumis au Préfet de Police et qui a reçu son approbation : on adapterait à la partie inférieure de la chauffe-rette une petite tubulure qui s'enfoncerait dans le plancher de la voiture et formerait ainsi une sorte de cheminée par laquelle se dégageraient les gaz délétères.

Les Compagnies estiment qu'il ne faudrait pas plus d'un mois pour doter de ce nouveau système de boillotte toutes leurs voitures.

L'eau de source à Paris.

On a proposé, pour économiser l'eau de source d'établir partout à Paris une double canalisation, une pour l'eau de source, l'autre pour l'eau de Seine, qu'on ferait également arriver à tous les étages. Dans une note qu'il vient de communiquer à la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle, M. Bechmann, Ingénieur en chef de la division de l'assainissement de la Ville de Paris, fait observer qu'il faudrait alors avoir, non pas deux canalisations, mais trois, car la canalisation servant à donner de l'eau de Seine dans les rues ne peut pas fournir l'eau dans les maisons, à cause de la pression qui n'est plus assez forte pour faire monter l'eau aux étages. Cette troisième canalisation comprendrait 1 000 kilom. de tuyaux; il faudrait de plus élargir certains égouts : la dépense serait de 30 millions. Les dépenses que les propriétaires auraient à supporter pour l'installation des colonnes montantes s'élèveraient à peu près à 48 millions. Avec l'installation des réservoirs, machines, etc., la dépense totale serait de près de 100 millions. Si l'on préfère la dérivation nouvelle d'eau de source, la dépense, d'après M. Bechmann, ne sera que de 35 millions.

Coloration artificielle du marbre.

Les marbres teintés naturellement de couleurs vives sont en général fort chers, tandis que les marbres de couleurs neutres et uniformes, blanc, gris, jaunâtre, sont d'un prix peu élevé, et fatiguent souvent par leur monotonie. C'est ce qui a donné l'idée de colorer artificiellement les marbres ordinaires pour les transformer en marbres de prix. On a obtenu des effets très remarquables, non avec une peinture superficielle, mais avec une coloration assez profonde dans la masse de la pierre.

Voici, d'après les *Inventions nouvelles*, comment on doit procéder pour cette transformation :

Le marbre à colorer, dégrossi et non poli, doit être très propre et sans aucune tache de graisse. La pierre est placée horizontalement, pour qu'on puisse mettre et laisser pénétrer une certaine quantité de couleur. Cette couleur, avec laquelle on dessine des veines ou des taches, suivant l'espèce de marbre que l'on veut imiter, doit être assez chaude pour moutonner sur le marbre au moment de son application : c'est ainsi qu'on la fait pénétrer assez profondément pour lui donner une apparence sérieuse et une durée indéfinie. Elle ne donne pas de contours bien nets, car elle coule et s'étend un peu, produisant une zone de teinte intermédiaire, ce qui ajoute au naturel du dessin.

Le bleu s'obtient au moyen d'une solution de tournesol en poudre dissous dans l'alcool en quantité suffisante pour avoir la teinte voulue. Une teinture de gomme-gutte, préparée de la même manière, donne le jaune, et l'on a du vert en teignant d'abord en bleu, puis en jaune. Le rouge se prépare avec une teinture de racine d'orcanette, de cochenille ou de sang-dragon; un beau jaune d'or, avec parties égales de vitriol blanc, de sel ammoniac et de vert-de-gris. La cire blanche sert de véhicule pour les couleurs opaques; légèrement teintée d'orcanette et appliquée très chaude, elle produit des nuances claires fort appréciées dans certains marbres.

Pour réussir cette coloration, il faut, comme en toutes choses, une certaine pratique et un grand nombre d'essais sur des fragments de pierres avant d'entreprendre une œuvre importante. On obtient de très jolies mosaïques pour le pavage des vestibules, par exemple, au moyen de petits morceaux de marbre colorés artificiellement. Le ciment ordinaire, que l'on pourrait employer pour les joints, est souvent une cause de décoloration : la plâtre de Paris est ce qui convient le mieux, surtout si l'on a soin de le préparer à l'alun : il devient ainsi beaucoup plus dur et susceptible de prendre un beau poli. Il suffit de mélanger le plâtre avec une solution saturée d'alun, de le repasser au four et de le réduire en poudre. On le délaye avec de l'eau, comme d'ordinaire, au moment de s'en servir.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LA MAISON PIAT, A PARIS

Groupe VI. — Classe 52.

La maison Piat est une des plus anciennes maisons de constructions mécaniques et de fonderie de Paris; elle a été fondée par M. J. Piat, le père du propriétaire actuel, en 1831. C'était l'époque où l'outillage industriel de la France, qui était appelé à prendre un si grand développement, commençait à naître, l'époque où, pour ne parler que des Parisiens, la maison Derosne et Cail, les Farcot, Cavé, Pichet, Decoster, Calla, Bourdon, Frey, Rouffet, etc., se distinguaient par leurs travaux consciencieux et par un esprit inventif remarquable. A côté de ces grands industriels, la maison Piat prit de suite, sous l'intelligente direction de son fondateur, une place importante qui a été toujours en croissant, et M. A. Piat, continuant les saines traditions que lui avait laissées son père, l'a amenée au degré de prospérité qu'elle a atteint aujourd'hui et qui en fait un de nos principaux établissements de constructions mécaniques.

Une des causes du grand succès de la maison Piat, consiste dans

M. A. Piat, qui prit la direction de la maison en 1869, et tout en continuant, d'une façon spéciale, la fabrication des organes de transmission, en créant des séries nouvelles correspondant à des besoins nouveaux, il étendit la partie construction et entreprit la fabrication de machines spéciales qui se firent de suite remarquer par le soin avec lequel elles étaient étudiées et le fini de leur construction.

Actuellement la maison Piat se compose de deux usines, l'une, située à Paris, rue Saint-Maur, comprenant les ateliers de construction et une fonderie; l'autre, située à Soissons.

La production, comme fonte, dans les deux usines, est de 3 500 000 kilogr.

L'usine de Paris (fig. 1, 2 et 11), qui actuellement est la plus importante, puisqu'elle occupe 350 employés et ouvriers, comprend un atelier de constructions mécaniques, auquel est annexé un atelier spécial pour la taille des roues d'engrenage, et ensuite une importante fonderie, où se fondent surtout les roues et en général les pièces de petites et moyennes dimensions, tant à la machine qu'à la main.

Là sont installés également les bureaux de la direction et les bureaux des études si habilement dirigés par M. l'Ingénieur O. Sévry, le maga-



FIG. 1. — USINE DE LA MAISON PIAT, A PARIS. — Atelier de Fonderie.

cette idée qu'il fallait, pour les organes de transmission dont elle faisait sa principale spécialité, diminuer autant que possible les frais de modèles qui sont si coûteux, parce qu'ils ne servent qu'un petit nombre de fois ou même souvent qu'une fois, et ensuite arriver à livrer, dans le plus bref délai possible, les poulies ou les roues d'engrenages dont les industriels ont besoin, pour leur éviter des retards ou des chômages coûteux. Pour répondre à ces exigences, M. J. Piat créa des séries de ces organes correspondant à tous les besoins courants de l'industrie, et s'imposa l'obligation d'en avoir dans ses magasins de grandes quantités, de telle sorte qu'un industriel est certain de trouver de suite les organes de transmission dont il a besoin, et que, pour les roues d'engrenage ou les poulies, il ne reste plus qu'à les aléser au diamètre voulu, travail rapidement fait.

Cette idée très simple, copiée depuis par quelques maisons étrangères, présentait de grandes difficultés dans la pratique, et il fallut de longues années, une patience et un labeur infatigables pour arriver à établir des séries répondant aux besoins courants de l'industrie. Il suffit de feuilleter le catalogue de la maison Piat pour s'assurer du nombre énorme de pièces différentes dont se composent les séries, elles-mêmes très nombreuses, et pour se rendre compte de l'amoncellement considérable qui doit exister dans les magasins pour maintenir ces séries toujours complètes.

sin de vente, et enfin, dans de vastes sous-sols, les magasins d'approvisionnement où se trouvent toutes les séries dont nous avons parlé.

L'usine de Soissons (fig. 16 et 17), qui occupe 150 employés et ouvriers, sert à la fonte des grosses pièces, bâtis de machines et autres. Organisée avec tous les perfectionnements les plus modernes, elle est construite en fer, et quatre ponts roulants, actionnés mécaniquement, servent à la manœuvre des châssis.

C'est là enfin qu'a été développé, d'une manière peut-être unique en France, le moulage mécanique tant des poulies que de toutes autres pièces à répétition.

Cette usine possède également un atelier de construction, mais servant plus spécialement à l'ébauchage des pièces grosses et petites.

Elle est située près de la ligne du chemin de fer, avec laquelle elle communique au moyen d'une voie de raccordement.

Organes de transmission. — Les organes de transmission sont encore une des grandes spécialités de la maison Piat; nous allons passer successivement en revue les perfectionnements qui ont été apportés dans leurs dispositions et leur fabrication.

Des arbres de transmission en fer ou en acier, rien de particulier à dire. Les chaises, pour les supporter, sont du type le plus perfec-

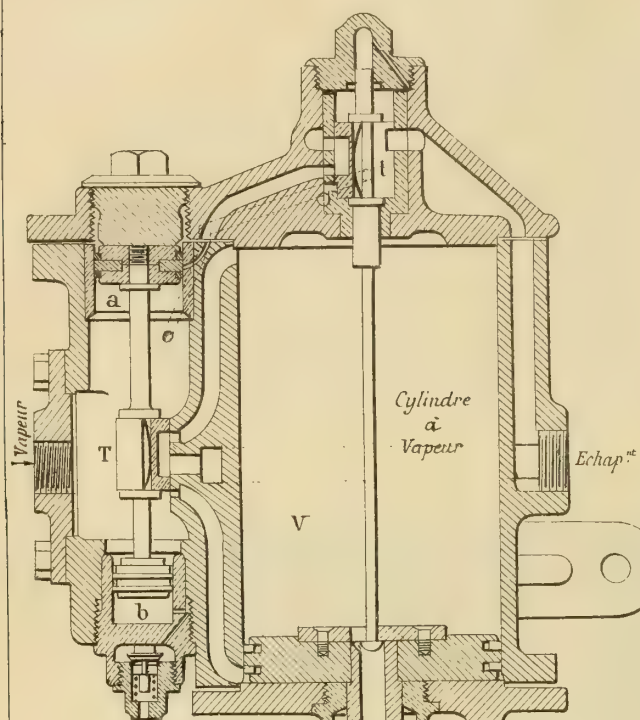
LES FREINS CONTINUS PNEUMATIQUES A
Groupe VI.

Fig. 2.

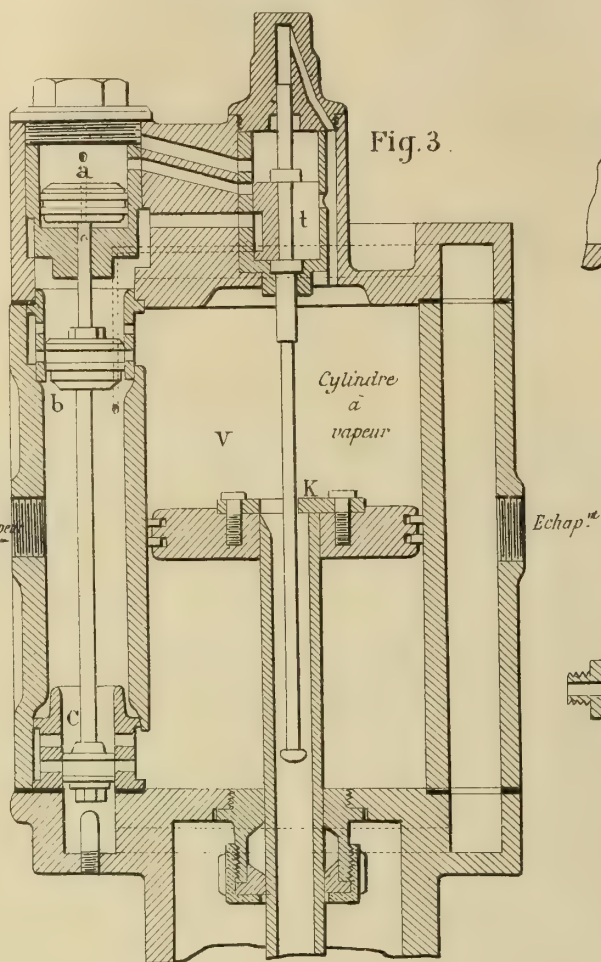


Fig. 3.

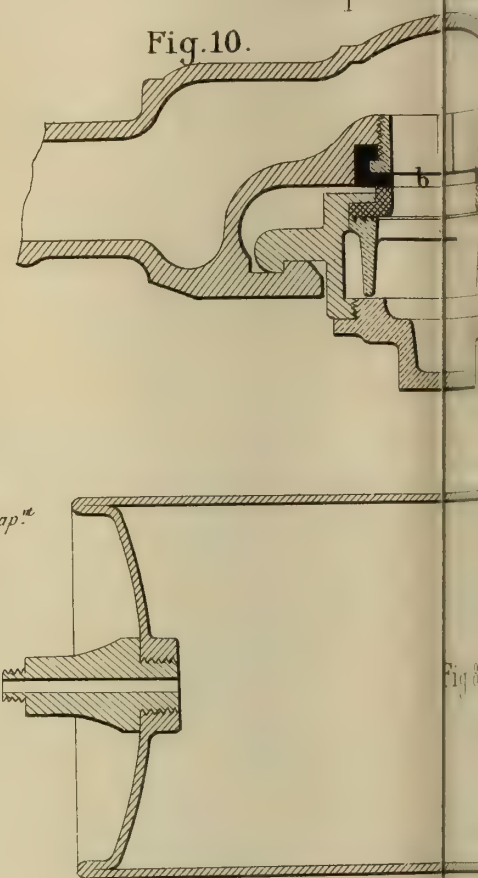


Fig. 10.

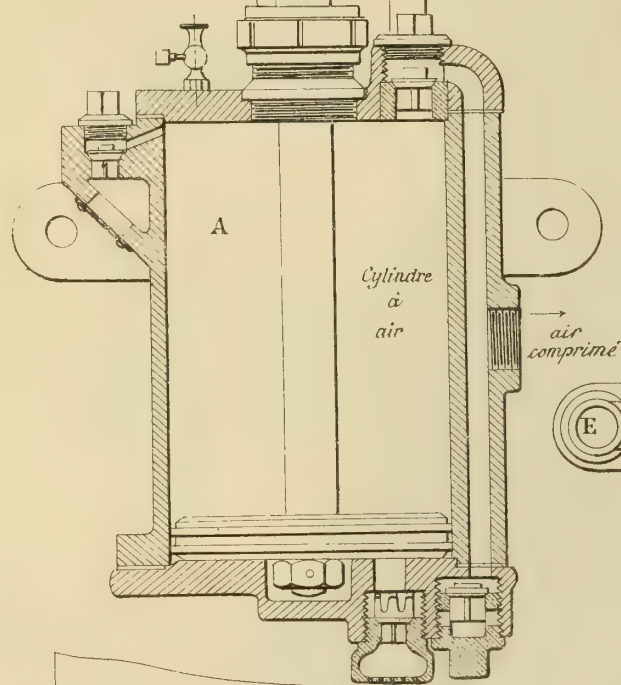
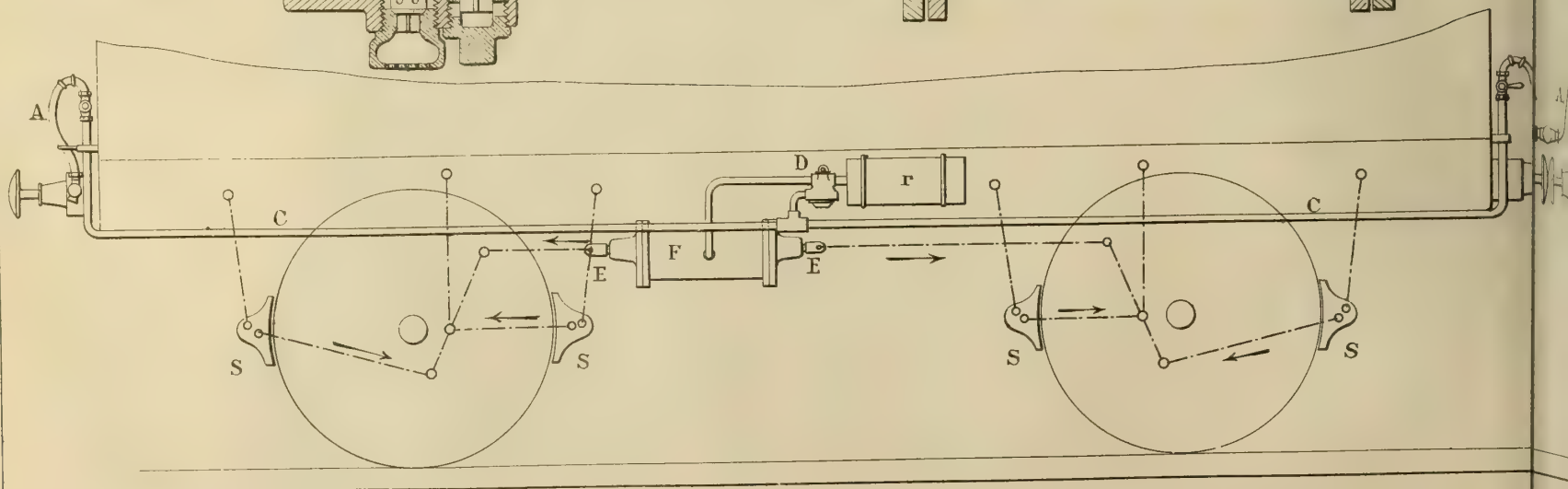
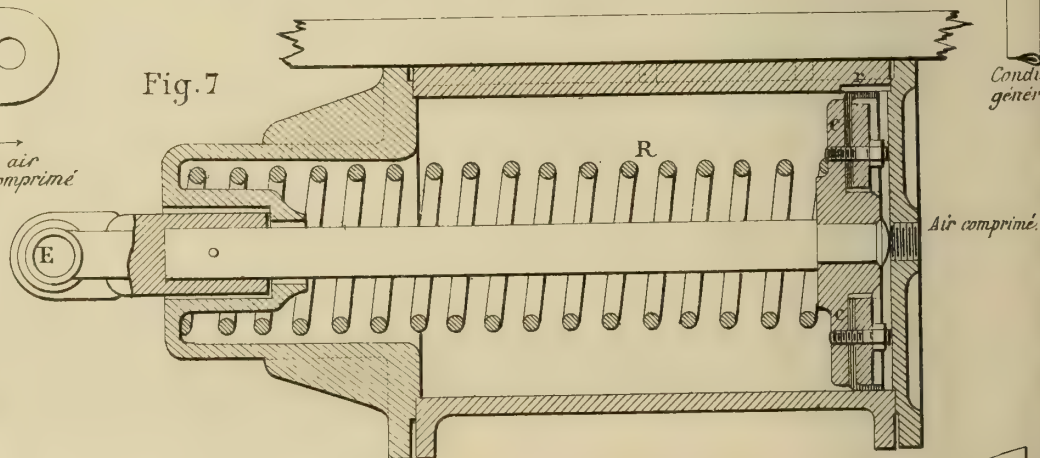


Fig. 7.



EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889.
Classe 61.

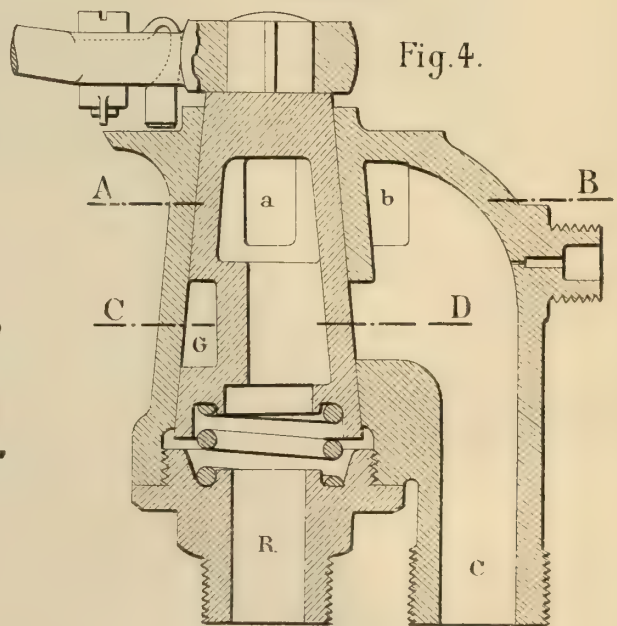
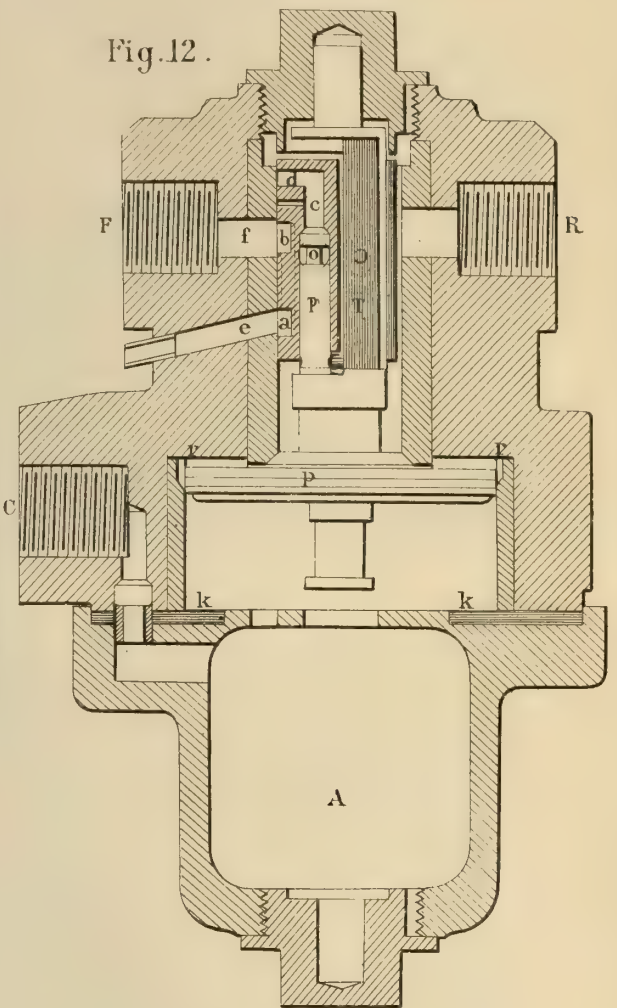
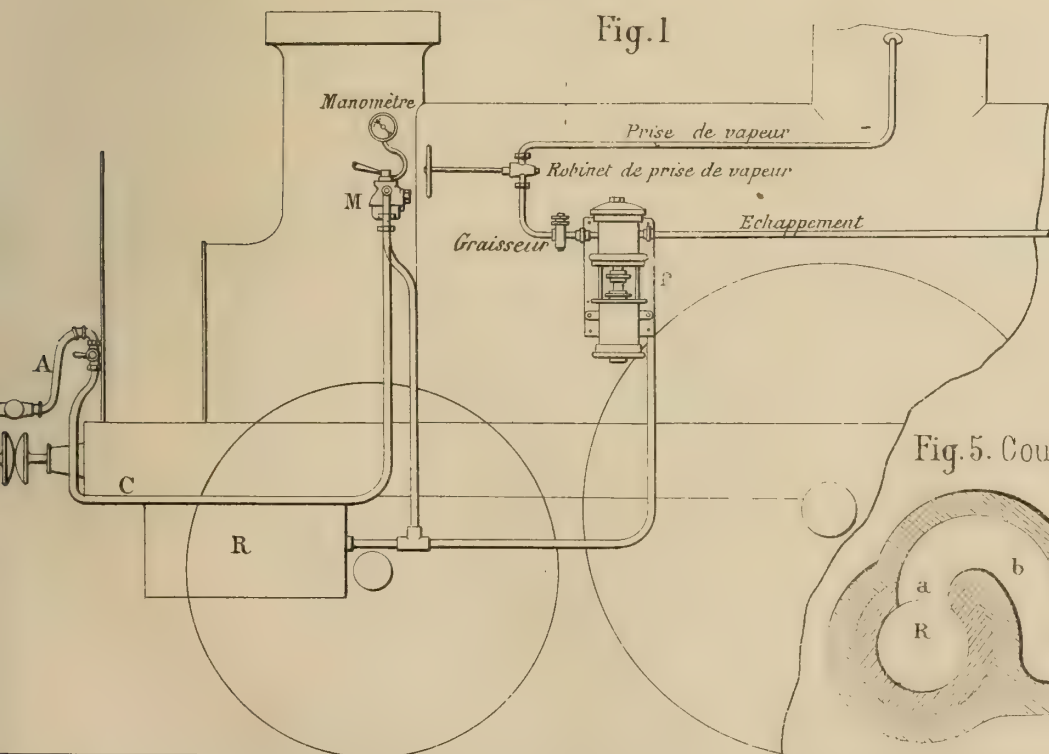
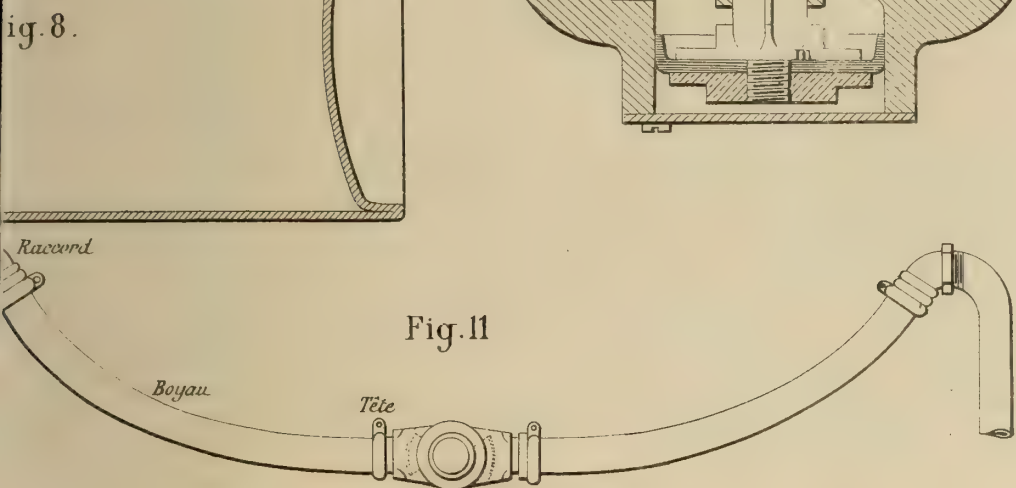
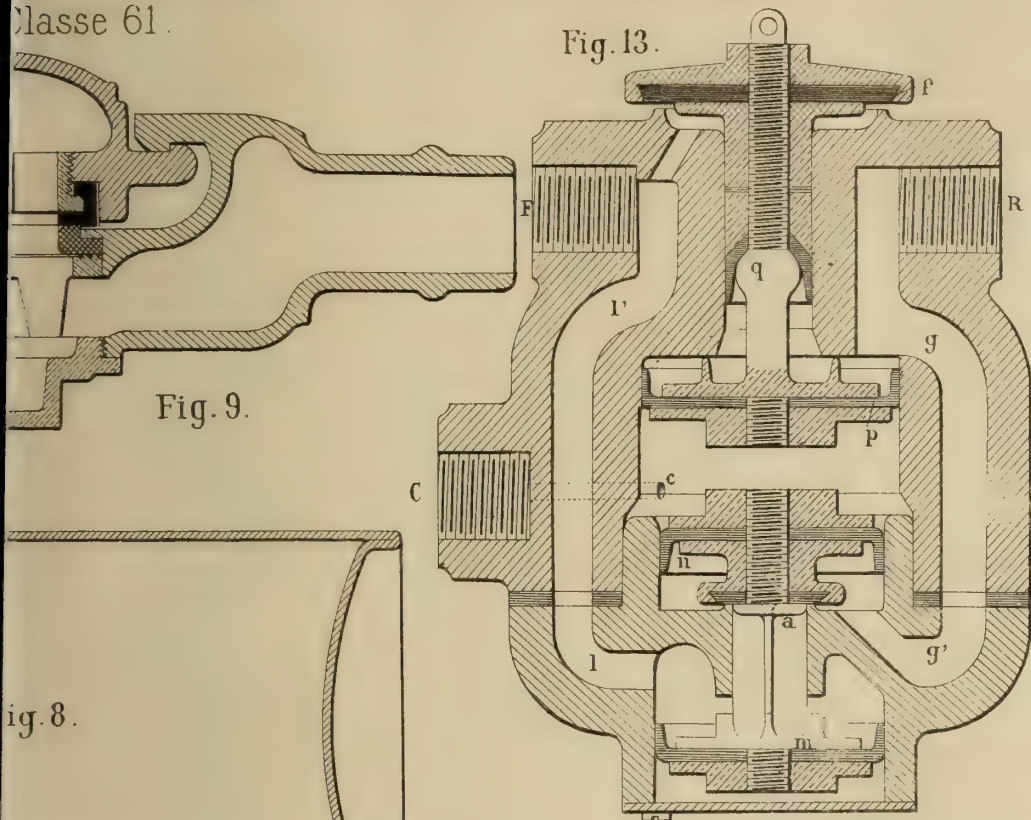


Fig. 5. Coupe AB

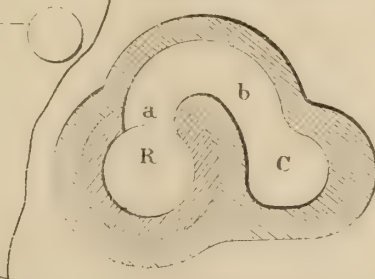
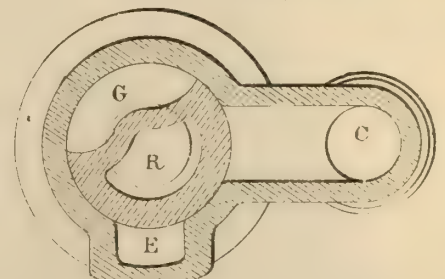


Fig. 6. Coupe CD.



tionné, c'est-à-dire avec moyens de réglage dans tous les sens, et munies de paliers graisseurs tous en fonte et à longue portée.

Les manchons d'accouplement sont, soit les manchons à frettes qui dispensent de tous boulons d'assemblage et de rainure sur les arbres, avec des surfaces absolument lisses et donnent un excellent serrage, soit les manchons à plateaux à boulons recouverts, soit les manchons cylindriques à boulons noyés.

Les bagues d'arrêt ont leur vis de serrage noyée complètement dans l'épaisseur du métal, de façon à présenter une surface bien lisse ne donnant pas prise aux vêtements des ouvriers qui se mettraient en contact avec la transmission quand elle est en mouvement.

En ce qui concerne la fabrication des roues d'engrenage, M. Piat

Les poulies ne dépassant pas 1 mètre sont également moulées mécaniquement par pression hydraulique permettant une fabrication à bon marché et aussi parfaite que possible.

Pour les poulies en fer, dont l'usage est souvent imposé, la maison Piat a adopté un système de construction de ces poulies à l'aide de fers à simple T très rationnel et très résistant (fig. 3).

Au point de vue des formes de denture, nous ne voyons à signaler, comme dispositions nouvelles, que les roues à chevrons (fig. 4), qui sont maintenant si répandues, ainsi que l'on a pu le voir dans l'Exposition.

C'est la maison Piat qui en a vulgarisé l'emploi. En 1871, M. Piat songea pour la première fois à réaliser ce système de roues, qui n'était guère connu qu'au point de vue théorique, et qui s'imposait

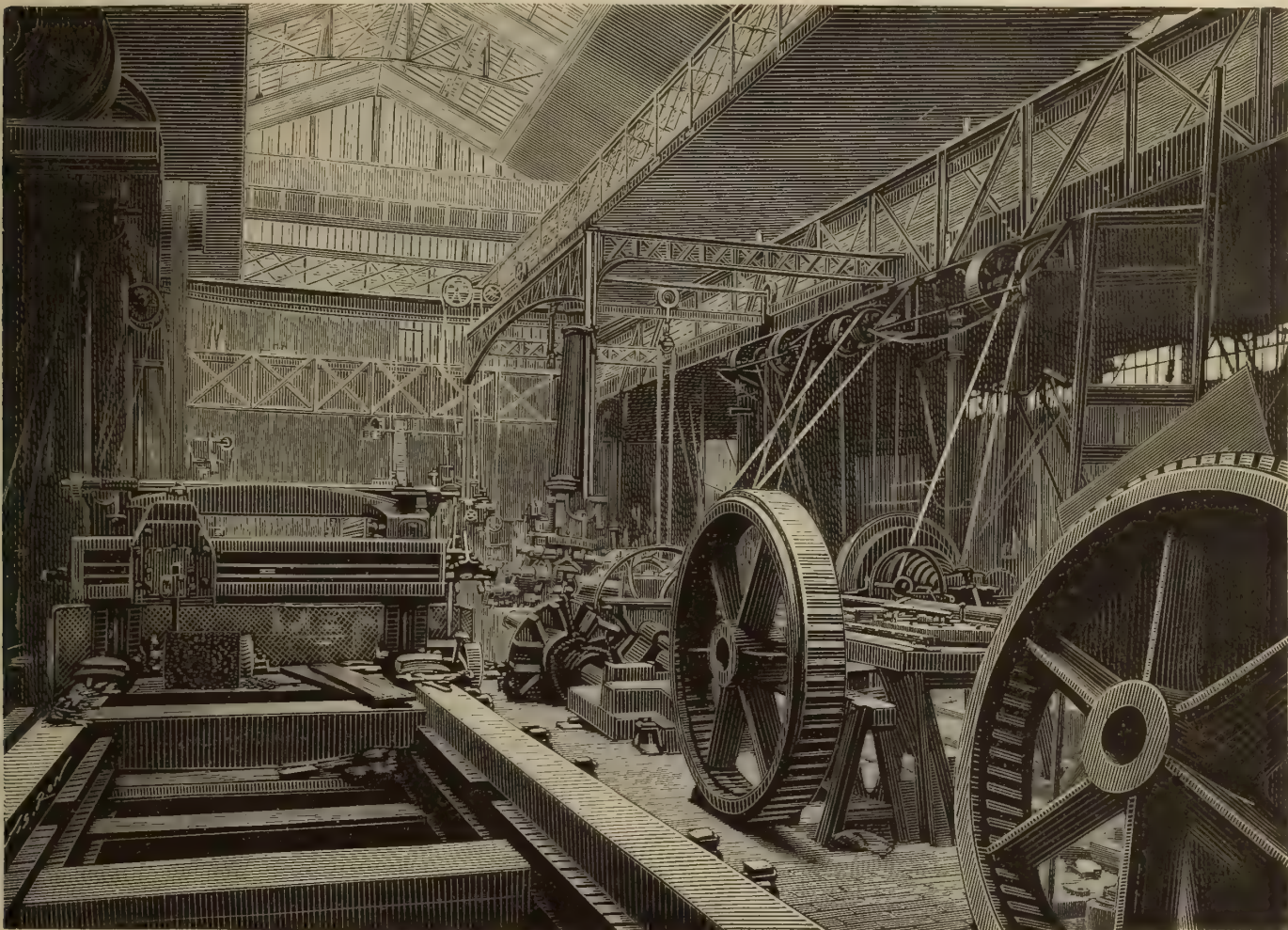


FIG. 2. — USINE DE LA MAISON PIAT, A PARIS. — Atelier de construction.

est parvenu, par des perfectionnements apportés dans le moulage mécanique, à obtenir des roues qui peuvent fonctionner brutes sans le moindre coup de lime, avec un minimum de jeu et presque aussi bien que des roues taillées. La perfection dans le moulage est telle,

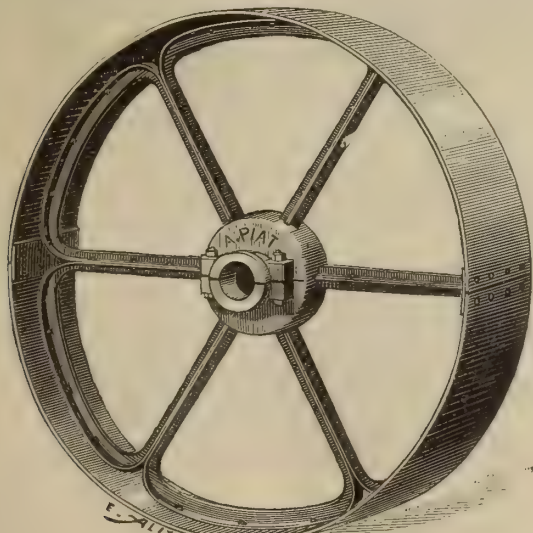


FIG. 3. — Poulie en fers à simple T.

qu'on a pu voir tourner à l'Exposition, un pignon brut de fonte, actionné par une dynamo à la vitesse de 700 tours, commandant une roue marchant à moitié vitesse, sans qu'il en résultât un bruit gênant. Cette perfection peut être une ressource dans bien des cas.

L'on voulait tirer parti de l'engrenage hélicoïdal de Hook ou de White, lequel ne pouvait entrer dans la pratique des constructions courantes à cause des fortes poussées latérales qui résultent de l'inclinaison simple de la denture, et à cause encore d'autres considérations dans lesquelles il serait trop long d'entrer.

L'idée était juste, comme la suite l'a prouvé, mais il fallait, pour arriver à de bons résultats, des modèles irréprochables et un moulage parfait.

L'emploi de ces roues se généralisa bientôt partout, en France comme à l'étranger, et pour les usages les plus divers, surtout pour les mouvements qui exigent vitesse, douceur de roulement ou transmission de force considérable, car un de leurs avantages est d'être très résistants.

Ces roues sont même utilisées maintenant dans la construction des gros moteurs des laminoirs, etc., et comme, dans ce cas, les modèles deviennent impossibles, on les obtient à la trousse, c'est-à-dire faites sans modèles.

Il faut pour cela que la fonderie arrive à une grande exactitude dans son travail, ce qui est réalisé par un moulage mécanique spécial, car une roue à chevron mal faite ou seulement mal alésée est un organe plus défectueux qu'une roue à dents ordinaires.

À l'Exposition était exposée une moitié de roue pesant 11 000 kilogr., faite au trousseau pour une commande de laminoir.

Les roues à chevrons ont été appliquées dès l'origine dans la construction des moulins à cylindres de la maison Ganz, de Buda-Pesth, et l'on peut dire que c'est en partie à cause de leurs qualités spéciales que ces moulins, commandés par engrenages, qui marchent à grande vitesse, ont pu se généraliser. La maison Piat alimente de roues à chevrons moulées mécaniquement tous les fabricants de moulins de ce genre en France et un grand nombre de fabricants étrangers.

Les paliers, qui jouent un rôle si important dans la transmission, ont été de la part de la maison Piat l'objet de soins spéciaux dans leurs dispositions et leur fabrication. Nous ne parlerons ici que des

paliers graisseurs, dont l'usage se répand de plus en plus, les autres ne présentant aucune particularité digne d'être signalée.

Parmi les divers systèmes de paliers graisseurs, ceux qui donnaient le meilleur résultat étaient les paliers à mèche en coton, dans les-

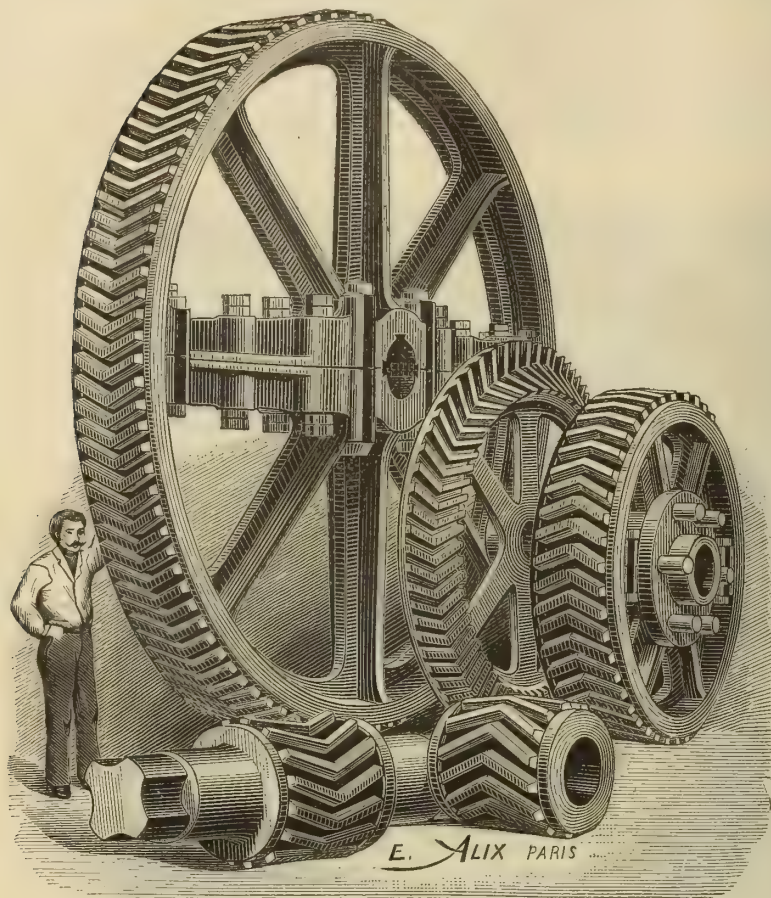


Fig. 4. — Roues à denture hélicoïdale à chevrons.

quels la mèche fonctionnait comme dans les lampes, c'est-à-dire puisait l'huile dans un réservoir inférieur et la faisait monter jusqu'au contact de l'arbre par capillarité. Mais il arrive quelquefois, et le cas est même assez fréquent lorsqu'on emploie certaines huiles, que la mèche s'encrasse par suite des impuretés contenues dans l'huile

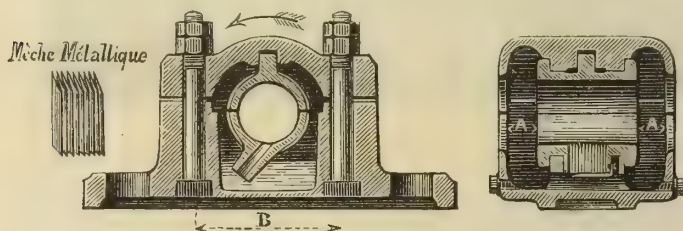


Fig. 5. — Palier graisseur à mèche métallique.

ou amenées par l'air ambiant, et qui sont entraînées par capillarité; et non seulement elle s'encrasse de ce fait, mais, de plus, elle se métallise au contact de l'arbre qu'elle frotte constamment; elle devient d'un noir brillant, les porosités se bouchent, et, parfois, au bout d'un temps assez court, l'arbre s'échauffe, car l'huile n'arrive plus en quantité suffisante pour une bonne lubrification. Il faut donc changer la mèche à ce moment précis si on veut éviter de graves ennuis.

M. Piat, frappé de ces inconvénients, eut l'idée de remplacer la mèche de coton par une mèche métallique; cette mèche est formée (fig. 5) par une mince feuille de cuivre repliée un grand nombre de fois sur elle-même, de façon à former des angles très aigus entre les parois desquels la capillarité agit, allant de zéro à la plus grande limite possible. Il est facile de voir qu'avec cette disposition toute obstruction devient impossible, tandis que la mèche peut, au contraire, fournir toute la quantité d'huile nécessaire. Un ressort très doux suffit pour amener la mèche au contact de l'arbre, et son usure est complètement à négliger, la très faible pression sur l'arbre ne s'exerçant que dans un bain d'huile abondant.

30 000 de ces paliers sont actuellement en usage et donnent un excellent service; ils sont maintenant rendus obligatoires dans beaucoup d'adjudications de l'Etat.

Dans l'exposition de la maison Piat, un des arbres était supporté par des chaises portant des coussinets entièrement en fonte, avec graisseurs à mèches métalliques à rotule et vis de réglage (fig. 6), afin de pouvoir donner la plus grande souplesse possible à l'ensemble et la plus grande facilité pour le montage, tout en conservant la rigidité nécessaire.

Il est souvent nécessaire, surtout dans le cas d'accident dans une usine, de rendre certaines parties de la transmission indépendantes

les unes des autres, même sur une même ligne; on emploie alors les manchons à embrayages. Les premiers en usage furent les embrayages à griffes, mais on renonça bientôt à leur emploi en raison des inconvénients nombreux qu'ils présentent et qui rendent leur fonctionnement presque impossible. On ne peut les faire fonctionner que pendant que les arbres qu'ils réunissent sont au repos; en marche il se produirait des chocs qui disloqueraient bien vite toute la transmission, et l'usure des dents en griffe donne lieu, pendant la marche, à

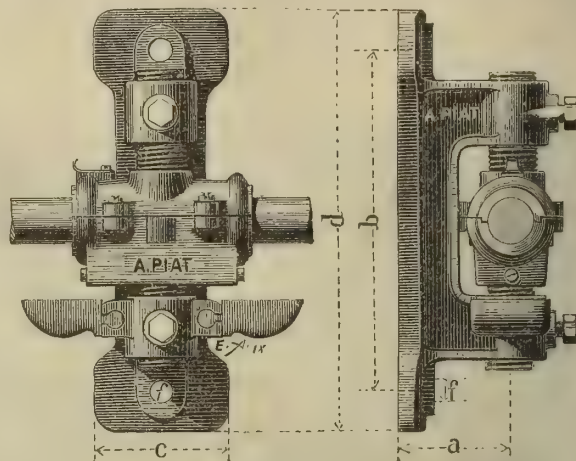


Fig. 6. — Coussinet en fonte avec graisseur à mèches métalliques à rotule et vis de réglage.

des chocs continuels. On eut recours alors aux embrayages à friction, qui ne présentent pas ces inconvénients, mais il fallait combiner un système simple, pratique et énergique à la fois; l'embrayage, système Deliége, que construit la maison Piat, répond bien à ces conditions. Il se compose (fig. 7) d'une poulie à surface intérieure lisse ou à gorge, suivant le plus ou moins d'adhérence à obtenir, fixée sur l'arbre

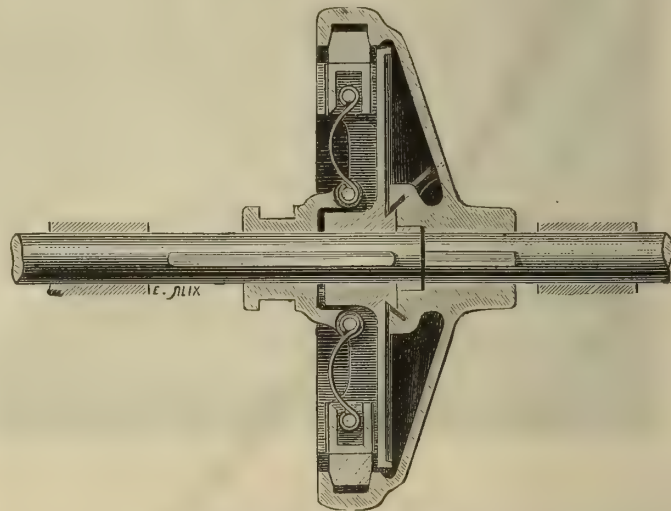


Fig. 7. — Embrayage à friction.

à entraîner, et sur laquelle viennent agir quatre coins en bois poussés normalement par des ressorts placés de telle sorte que, pour que le serrage soit complet, ils aient légèrement dépassé la verticale.

Un des avantages de ce système sur les autres embrayages à friction, outre sa grande simplicité, est qu'il ne donne pas de poussées longitudinales sur l'arbre; les réactions sont, au contraire, normales à l'arbre.

On peut, par le même système, rendre une poulie ou un engrenage fou ou fixe. La maison Piat a construit de ces embrayages qui transmettent jusqu'à 150 et 300 chevaux.

Dans le cas où la transmission tourne à une grande vitesse, les ressorts sont supprimés, et c'est la force centrifuge qui est utilisée pour amener l'entraînement. Ces embrayages sont très estimés au point de vue de la sécurité des ateliers, et figuraient à ce titre dans la dernière exposition de Berlin.

Outils de Fonderie. — Obligée par les exigences de sa fabrication de faire tantôt des bronzes spéciaux pour roues ou pièces de grande fatigue, tantôt de faire des fontes extra-résistantes, ou, pour les roues à chevrons, des mélanges de fonte spéciaux donnant une fonte grise au moyen et blanche à la denture, tantôt de l'acier, tantôt, enfin, une espèce de fonte spéciale prenant très bien le trempe et permettant d'obtenir des coussinets ou des outils de tour aussi résistants que ceux en acier fondu, la maison Piat a bien vite été amenée à se construire un matériel spécial pour opérer la fusion des métaux, et à créer d'abord son type de four portatif oscillant (fig. 8), qui figurait déjà à l'Exposition de 1878. Puis, en 1889, elle a exposé :

1° La rehausse, appareil spécial servant pour la fonte du bronze, du cuivre, que l'on met au-dessus du four et qui permet de fondre 100 kilogr. de bronze en 20 minutes avec 15 kilogr. de coke seulement;

2° Le type de four portatif depuis 60 kilogr. jusqu'à 300 kilogr. toujours pour fonderie de bronze ou de laiton, se manœuvrant à

l'aide d'un petit treuil, très simple, permettant de couler le métal sans l'intermédiaire d'aucune grue ;

3° Le type de cubilot creuset pouvant convenir à toutes les fonderies, grandes ou petites, fonderie de fer, d'acier ou de fonte malléable, et même à toutes les grandes usines, hors de proximité d'une fonderie, dans les colonies ou ailleurs, et désireuses de pouvoir fondre, dans des conditions d'économie relatives, une pièce cassée de fonte ou de bronze dans son matériel.

Cet appareil (fig. 9), qui se compose d'un four portatif du dernier type qui vient d'être décrit, surmonté d'un cubilot minuscule, est, en quelque sorte, un appareil de laboratoire, en ce sens qu'il possède la

actionnée par un simple volant. Il est impossible à l'ouvrier de se tromper, et il est impossible également de réduire davantage les mouvements à effectuer pour la descente et le relevage du piston.

Constructions mécaniques. — Nous avons dit que M. Piat avait développé beaucoup la partie construction ; outre les machines-outils courantes, tours, machines à percer, à raboter, à fraiser, à poinçonner, à cisailer, les treuils, les grues, etc., il a surtout entrepris la fabrication de certaines machines spéciales dont nous allons donner une description sommaire.

Riveuse hydraulique Delaloi-Piat. — L'application, comme moteur,

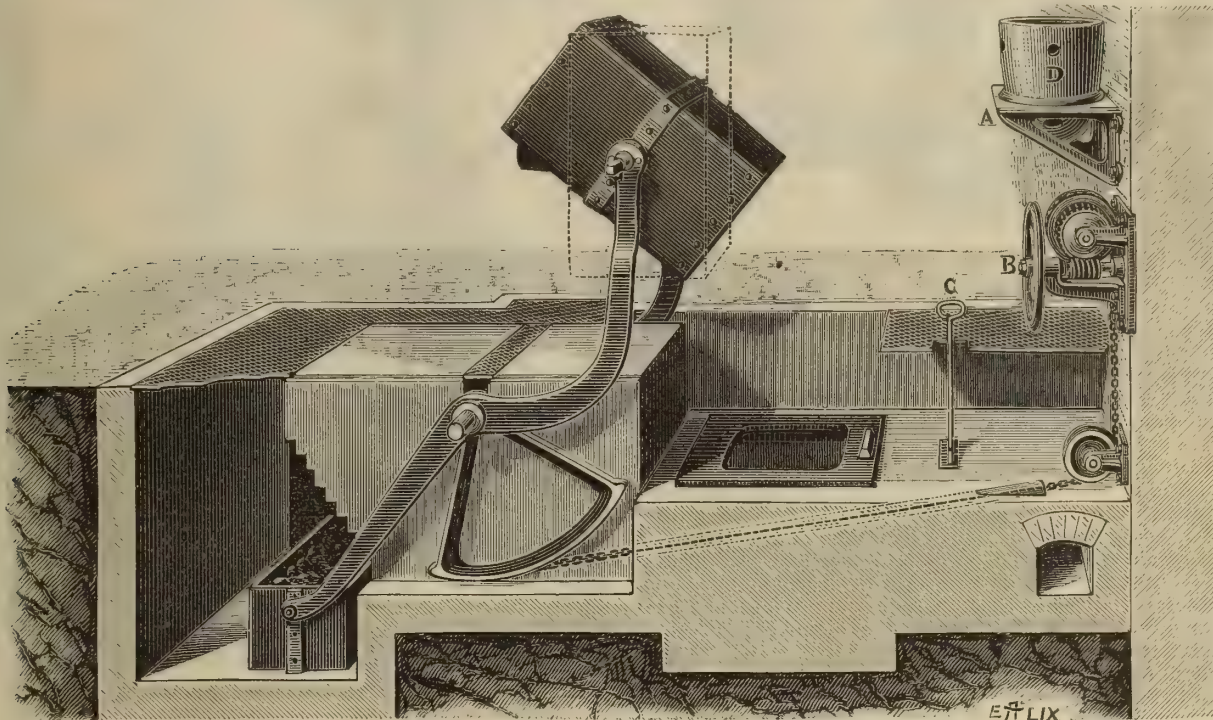


FIG. 8. — Four portatif oscillant.

qualité précieuse de donner, dans des conditions aussi économiques que possible, exactement la qualité de fonte que l'on veut avoir.

C'est avec ce dernier système de four que la maison Piat a obtenu toutes ces fontes mécaniques spéciales qui ont été admirées de tous les praticiens.

Les progrès qui ont été ainsi réalisés dans la fonderie sont consi-

de l'eau sous pression se trouvait tout naturellement indiquée pour l'opération du rivetage, qui exige une force considérable pendant un temps très limité et une petite course. Ce fut M. Twedell qui, le premier, eut l'idée d'appliquer l'eau comprimée à la pose des rivets, et sa riveuse hydraulique, maintenant répandue dans les grands ateliers, a rendu des services considérables. Malheureusement, ces riveuses

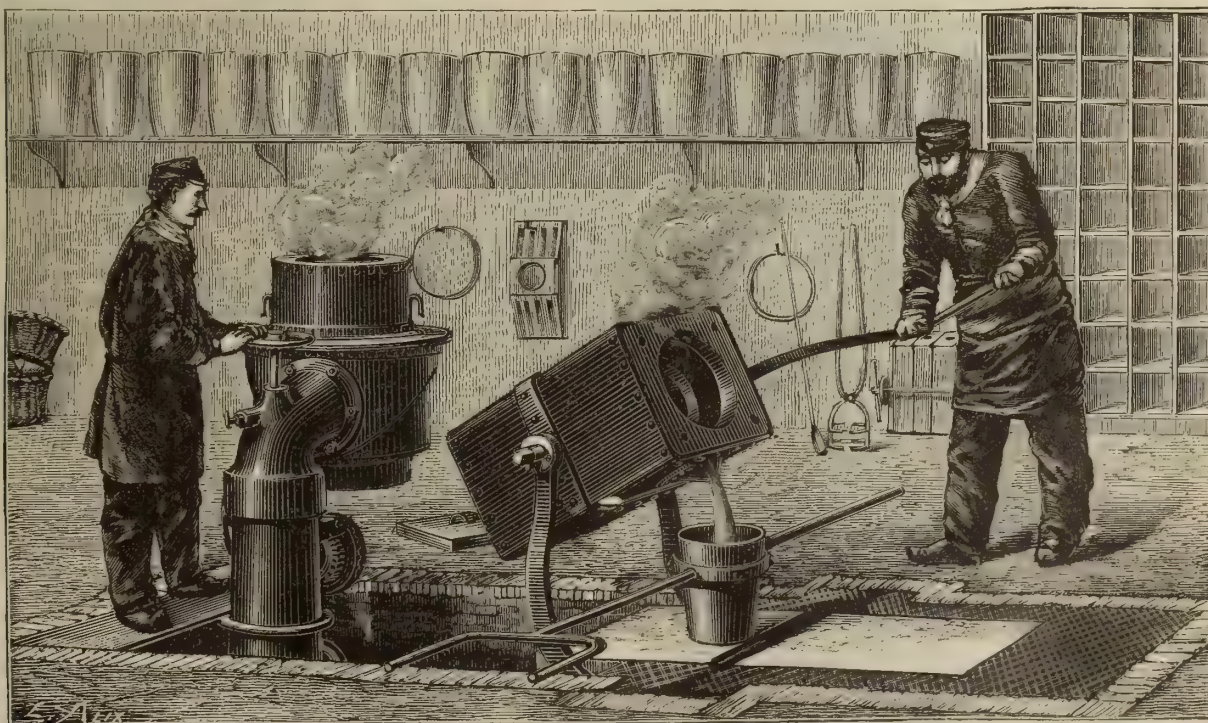


FIG. 9. — Cubilot-creuset.

dérables et rendent de grands services, tant au point de vue de l'excel- lence du travail qu'au point de vue de l'économie des combustibles, de l'économie de main-d'œuvre et de la sécurité de l'ouvrier.

M. Piat a imaginé également un système de *presse hydraulique* qu'il applique très heureusement à certains travaux de fonderie. A cette presse est adapté un nouveau *robinet Pointeau* (fig. 10), qui convient parfaitement à toutes les manœuvres de l'eau sous pression, et qui est

hydrauliques exigent une très grande force motrice et des installa- tions coûteuses, et ont amené la multiplicité des machines et organes accessoires, tels que pompes, accumulateurs, réservoirs, tuyauterie droite et articulée, etc., qui sont indispensables pour leur service.

En outre, tous ces accessoires lourds et encombrants rendent la ma- chine presque intransportable ; et il en résulte cette anomalie fâcheuse pour la construction des grands ponts en fer, que les rivets qui assem-

blent sur place les diverses parties de la construction dont les pièces ont été rivées par machine hydraulique à l'usine, sont posés à la main, c'est-à-dire dans des conditions plus défectueuses, alors qu'ils devraient, plus que les autres, être capables d'une grande résistance. Enfin ces

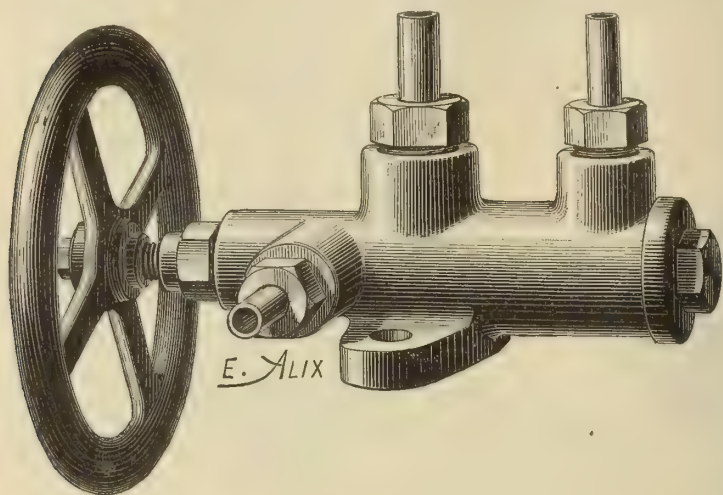


FIG. 40. — Robinet Pointeau.

machines devant nécessairement employer de l'eau ordinaire, leur travail est presque annulé par les grands froids. Cet inconvénient est surtout très grave pour les industriels du Nord.

Un Ingénieur, de nos compatriotes, M. Delaloë, frappé de tous ces inconvénients, imagina une machine simple, peu coûteuse, pouvant se déplacer à volonté, capable de poser des rivets de 12 à 15 millimètres, et qu'il appela « Riveuse portative hydraulique française. »

M. Piat se chargea de la construction de cette machine, et y fit des perfectionnements considérables, de telle sorte qu'on peut maintenant, avec des machines portatives et avec un seul homme, tournant à la manivelle, poser des rivets de 25 millimètres de diamètre; il étudia en outre l'adaptation du système à une machine fixe, marchant par courroie et prenant très peu de force. Enfin, un dernier perfectionnement a rendu la machine portative des plus pratiques, en lui adaptant une commande électrique.

Ces riveuses hydrauliques sont certainement destinées à rendre de

jusqu'à présent devant la dépense très grande qu'entraînaient les riveu-

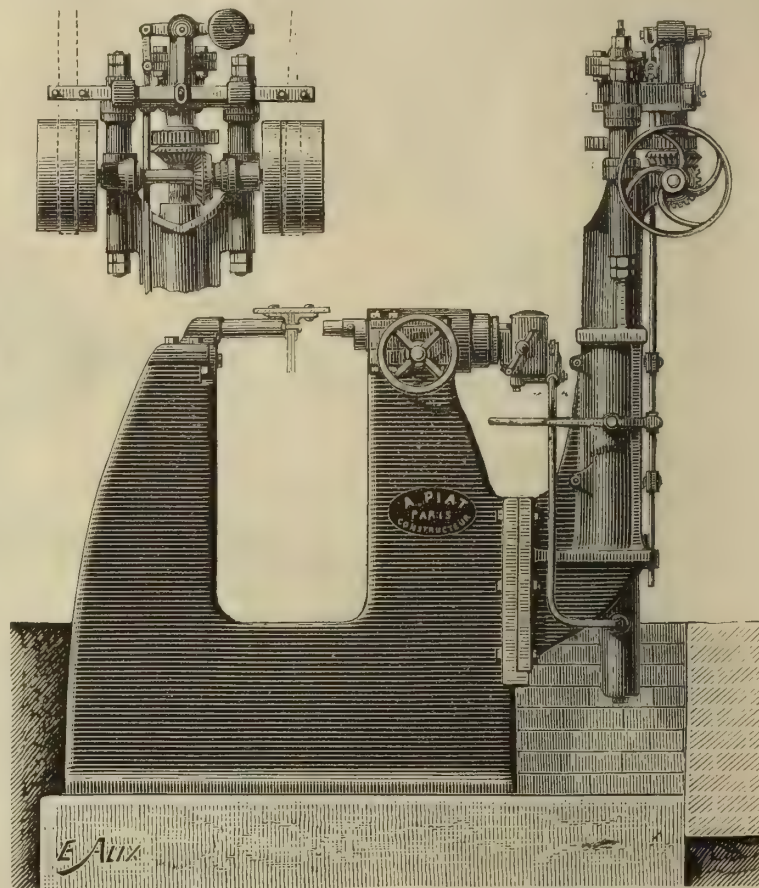


FIG. 42. — Riveuse fixe Delaloë-Piat.

ses anglaises. Grâce à leur mobilité, elles permettent le rivetage hydrau-

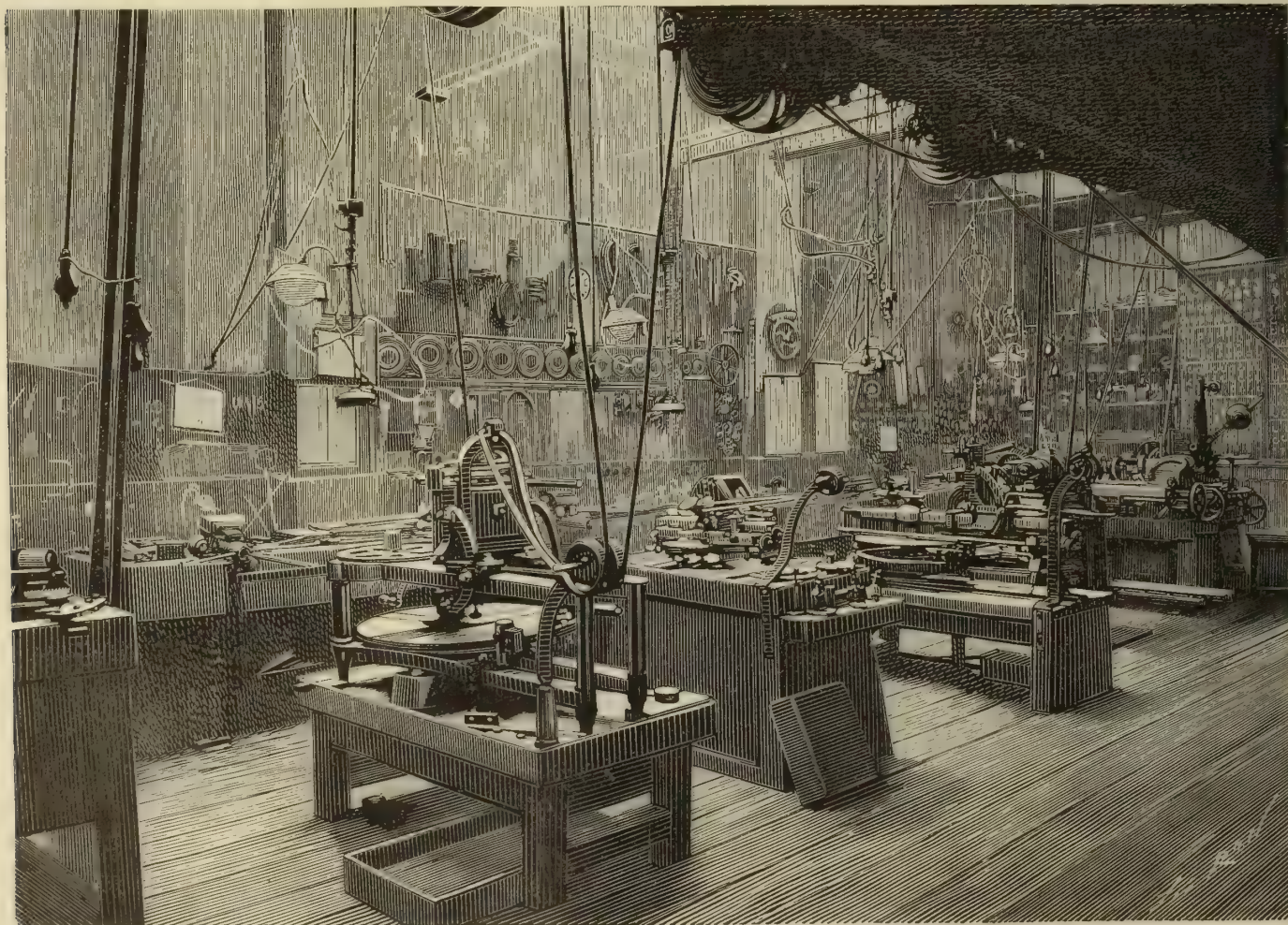


FIG. 14. — USINE DE LA MAISON PIAT, A PARIS. — Atelier d'ajustage.

très grands services, en permettant d'effectuer le rivetage dans les meilleures conditions, même dans les petits ateliers où l'on avait reculé

lique sur place des grands ouvrages en fer, et dans certains cahiers des charges concernant la construction des ponts, figure déjà l'obli-

gation d'effectuer le rivetage sur place à la machine hydraulique.

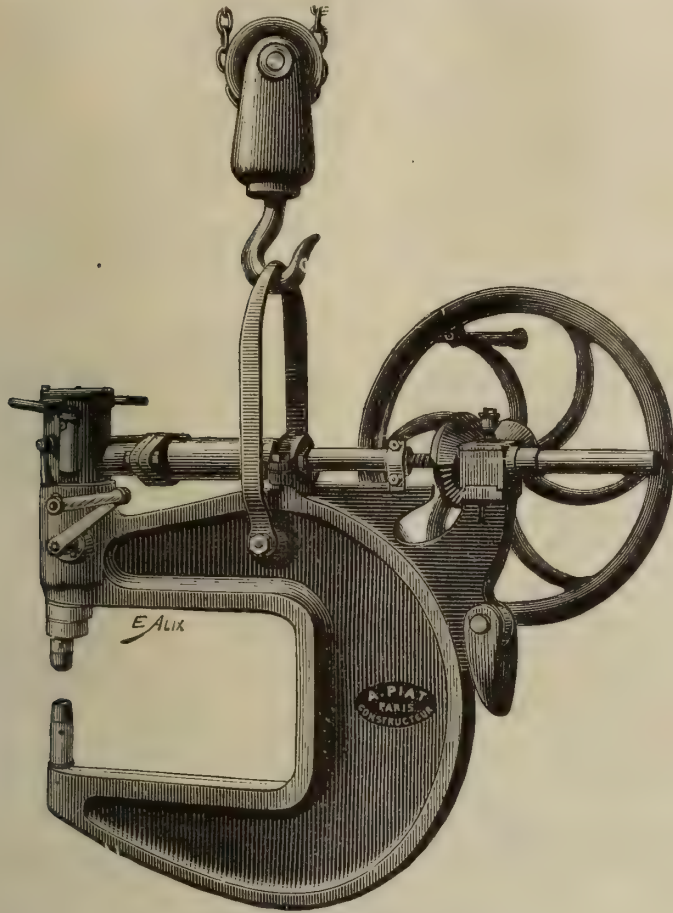


FIG. 13. — Rivuse mobile Delaloë-Piat.

Des expériences récentes ont du reste démontré que l'écrasement du

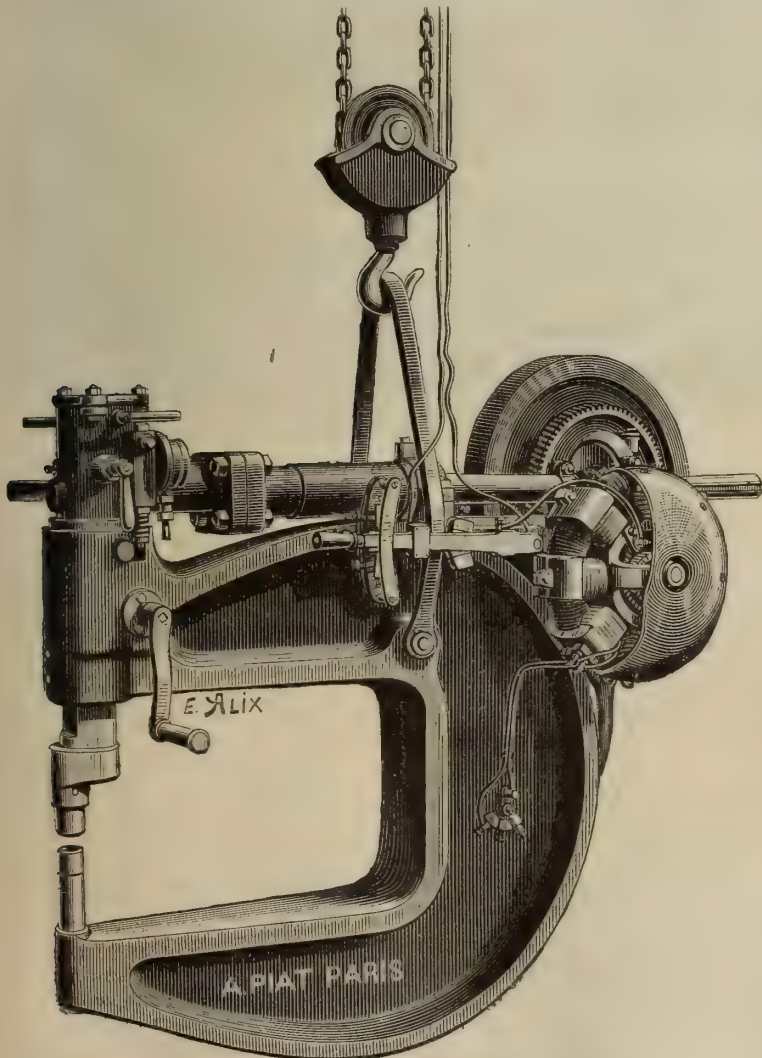


FIG. 14. — Rivuse mobile actionnée par l'électricité.

rivet se faisant avec ces machines d'une façon moins brusque, les

tôles ou les fers rapprochés offraient une résistance supérieure à l'arrachement.

La rivuse fixe comprend deux types : 1° celui de constructeur de charpentes en fer ; 2° celui destiné plus spécialement aux fabricants de chaudières. Elle se compose d'un bâti en U (fig. 12), plus ou moins ouvert, suivant les travaux à exécuter. Dans le côté du bâti qui porte la transmission, se trouve le piston porte-bouterolle, qui est actionné par l'eau comprimée ou au moyen d'une crémaillère et d'un volant à main ; cette dernière disposition permet d'approcher la bouterolle sur le rivet sans dépense d'eau, la pression de l'eau n'étant utilisée que pour la formation de la tête du rivet. Une presse hydraulique, dont le piston vertical est mis en mouvement par l'intermédiaire d'une vis actionnée par des engrenages que font tourner des courroies ou une dynamo adaptée au bâti, envoie l'eau comprimée sur la face intérieure du piston, par une distribution à soupape. L'embrayage et le désembrayage après chaque rivure se produisent automatiquement.

On peut poser avec cette machine de 2000 à 3000 rivets par jour.

La rivuse mobile (fig. 13) se compose d'un bâti en acier qu'on peut suspendre verticalement ou horizontalement ; le piston plongeur de la presse hydraulique est manœuvré par un volant à main.

Ce piston plongeur a comme particularité très intéressante qu'il est à deux diamètres, et qu'il refoule l'eau d'abord, les deux diamètres agissant simultanément ; puis, au moment du plus grand effort à donner, un clapet se lève et l'eau du petit piston agit seule pour achever l'opération.

Cette disposition ingénieuse a permis de faire exécuter le travail considérable représenté par l'écrasement d'un rivet de 25 millimètres, à l'aide d'un seul homme à la manivelle. Ces machines peuvent placer 120 à 150 rivets à l'heure.

M. Piat a eu l'idée de faire actionner ces riveuses mobiles par le courant électrique fourni par les dynamos qui sont installées dans un grand nombre d'usines pour l'éclairage (fig. 14). La rivuse peut ainsi recevoir sa force dans tous les coins de l'atelier où son action est nécessaire, sans grande dépense supplémentaire, sans frais d'installation coûteuse.

Cette adaptation a été rendue pratique grâce à une distribution nouvelle permettant de renverser très facilement le courant à l'aide d'un simple levier.

Cette distribution ingénieuse pourrait être avantageusement utilisée partout où il est nécessaire de faire marcher avant ou arrière, dans les grues, les voitures, etc.

Pour le rivetage sur place, M. Piat construit deux ou trois types de machines spéciales permettant d'introduire les riveuses presque partout où il y a un rivet à poser.

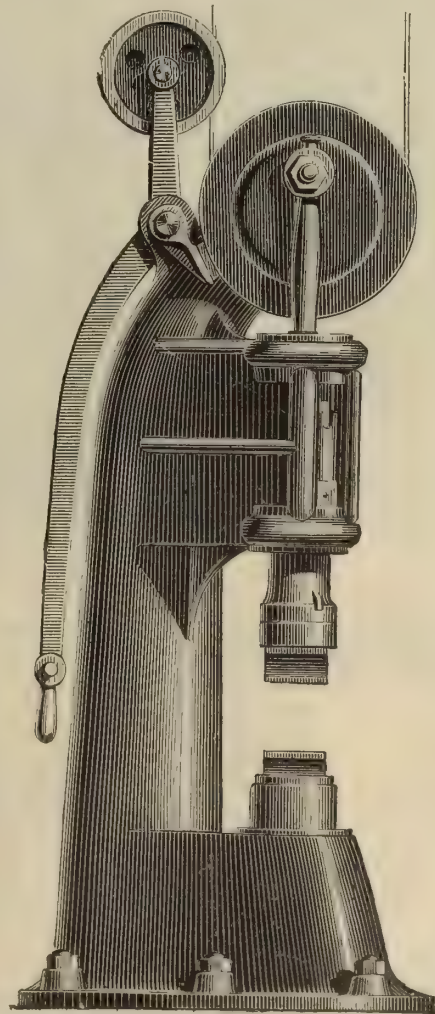


FIG. 15. — Marteau atmosphérique.

Marteau atmosphérique, système Chenot (fig. 15). —

Ce marteau est une application de la parfaite élasticité de l'air. Sa grande simplicité fait sa grande rusticité, qui le rend précieux dans bien des cas. Le battant est un cylindre frappant, en acier fondu doux forgé et foré comme un canon ; c'est une pièce de grande résistance et qui supporte facilement tous les chocs du travail. Une bielle commande directement deux pistons se mouvant dans le cylindre ; entre les deux est une cloison étanche. Quand la bielle remonte, le piston inférieur comprime l'air contre la cloison, et le cylindre se soulève. Quand la bielle descend, l'air compris entre le piston supérieur et la cloison se comprime par suite de la convergence des mouvements des pistons et du cylindre, et ce dernier est violemment projeté de haut en bas ; il se produirait même un choc si le matelas d'air qui se trouve sur le piston inférieur ne faisait ressort ; si bien que cet air en se comprimant absorbe l'effet mécanique

et le restitue ensuite. On voit donc que dans cet appareil l'air comprimé remplace avantageusement les ressorts métalliques employés dans d'autres marteaux.

Dans le marteau atmosphérique, la force du coup dépend notamment du degré de pression de l'air dans la chambre supérieure. Cette pression peut atteindre quatre ou cinq atmosphères, et elle résulte du jeu naturel des pièces en mouvement.

Le poids propre du battant n'est donc qu'un facteur secondaire de l'intensité du coup. C'est la pression de l'air qui domine, comme dans les pilons à vapeur à double effet c'est la pression de la vapeur, mais, tandis que les marteaux atmosphériques, d'après M. Piat, rendent 70 à 75 % d'effet utile, les pilons à vapeur à double effet ne rendent que 25 à 30 %.

Le mouvement de la bielle est commandé par une courroie sur laquelle agit un tendeur monté à l'extrémité d'un levier.

Institutions ouvrières. — Cet historique de la maison Piat ne serait pas complet si nous ne parlions en détail des institutions qu'elle a fondées pour améliorer autant que possible la situation des ouvriers qu'elle emploie et les intéresser à la prospérité de la maison.

M. Piat a, en effet, toujours tenu à honneur de considérer ses ouvriers comme les collaborateurs de sa maison; à ce titre, il les fait

Celle de Soissons fut fondée en 1881, date de la création de l'usine elle-même.

Ces sociétés sont alimentées par les cotisations des membres participants d'une part, et d'autre part par celles des membres honoraires ainsi que par les dons de la famille Piat, et comme dans toutes les autres sociétés en général. Ces dernières ressources sont indispensables pour alimenter la caisse des retraites.

Les résultats effectifs retirés par les membres des deux Sociétés sont les suivants:

Indemnités pécuniaires en cas de maladie;

Secours médicaux;

Frais pharmaceutiques;

Retraite de 200 francs au bout de 20 ans de sociétariat et 60 ans d'âge; retraite portée à 360 francs dans certains cas, ainsi que nous le verrons plus loin.

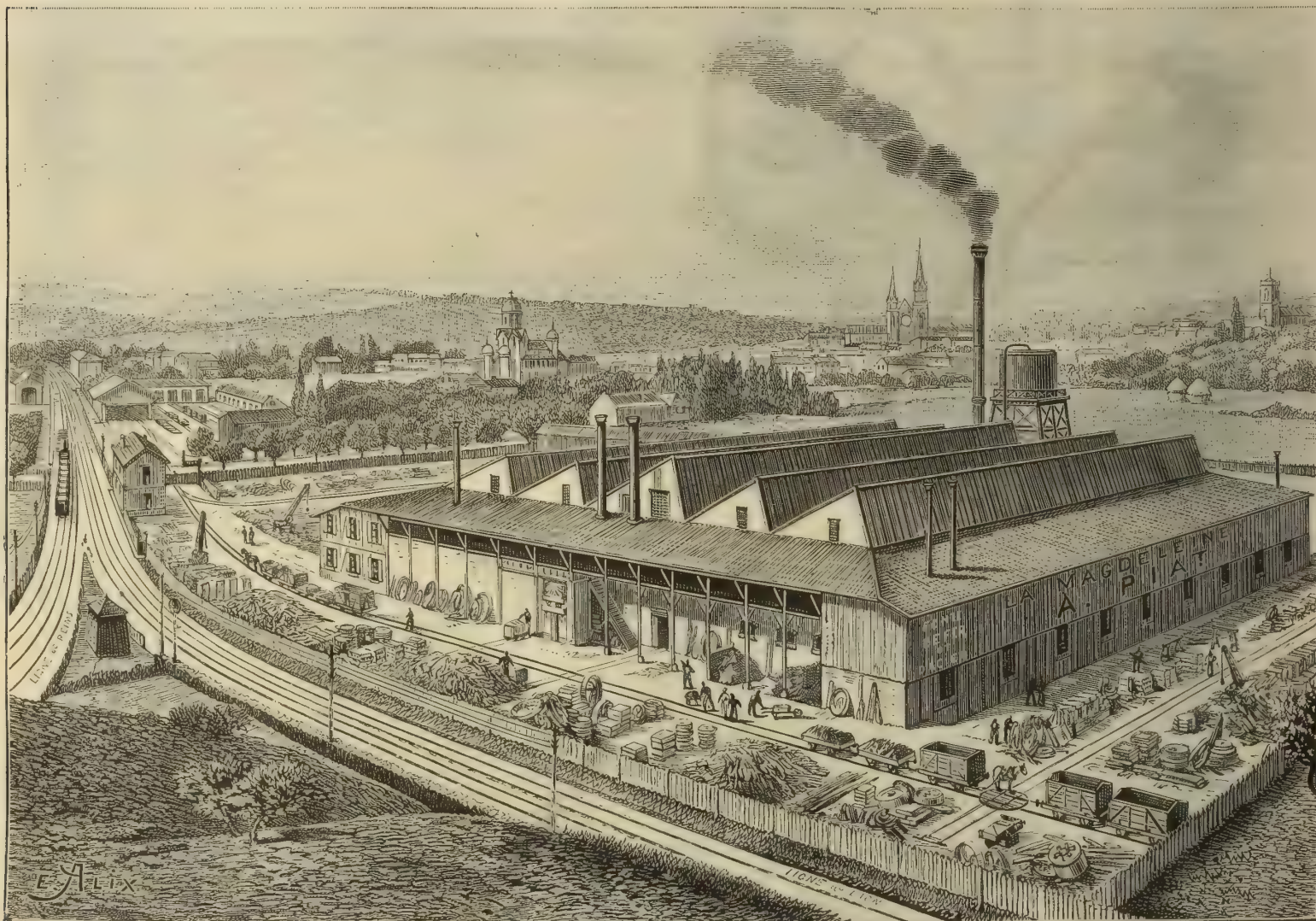


FIG. 16. — USINE DE LA MAISON PIAT, A SOISSONS. — Vue générale.

participer aux bénéfices qu'elle fait et il s'impose le devoir de veiller sans cesse à l'amélioration de leur situation.

Aussi fut-il un des premiers qui répondirent à l'appel des organisateurs de l'exposition d'Economie sociale à l'Esplanade des Invalides. Son exposition très remarquée était divisée en trois sections:

Section II. — Participation aux bénéfices;

Section V. — Cercles et jeux;

Section XIV. — Institutions patronales.

La maison, ainsi qu'il a été dit plus haut, occupe actuellement, tant dans les ateliers de Paris que ceux de Soissons, 500 employés et ouvriers environ.

Les institutions dont elle est dotée se décomposent ainsi

1° Sociétés de secours mutuels, Paris et Soissons;

2° Assurance pour les ouvriers blessés dans le travail;

3° Ecole d'apprentis;

4° Bibliothèque;

5° Harmonie instrumentale;

6° Participation aux bénéfices.

Sociétés de secours mutuels. — Nous parlerons d'abord des Sociétés de secours mutuels, que la maison considère à juste titre comme devant être créées partout où il existe une agglomération permanente d'ouvriers, et qui servent, comme chacun sait, à assurer le petit employé ou l'ouvrier contre la misère provenant soit de la maladie, soit de l'épuisement de ses forces vitales.

Celle de l'usine de Paris fut fondée en 1850, c'est-à-dire dès le premier moment où il fut question de ce genre d'institutions; elle a donc maintenant trente-neuf ans d'existence et a toujours régulièrement fonctionné.

Les indemnités de maladie se décomposent comme suit:

2 francs par jour, les 3 premiers mois;

1 franc par jour, les 4^e, 5^e et 6^e mois;

0 fr. 50 par jour, les 7^e, 8^e et 9^e mois;

Caisse de prévoyance. — A ces indemnités viennent s'ajouter celles de la Caisse de prévoyance, qui, contrairement à celles de la Caisse de secours, vont en s'augmentant à mesure que celles-ci diminuent.

Ainsi à partir du deuxième mois de maladie, le sociétaire touche de la Caisse de prévoyance:

Le 2 ^e mois	0 fr. 30 par jour.
Le 3 ^e mois	0 fr. 40 —
Le 4 ^e mois	1 fr. 00 —
Le 5 ^e mois	1 fr. 00 —
Le 6 ^e mois	1 fr. 00 —
Le 7 ^e mois	1 fr. 50 —
Le 8 ^e mois	1 fr. 50 —
Le 9 ^e mois	1 fr. 50 —

La Caisse de prévoyance est alimentée par un versement de 50 centimes par mois que font tous les membres participants.

En outre des indemnités énumérées ci-dessus, cette petite Caisse sert encore à accorder des secours exceptionnels variant de 20 à 25 francs à chacun des sociétaires malades et chargés de famille. Enfin elle sert à apporter tous les ans à la Caisse de secours un supplément de fonds indispensable pour que les versements à faire à la Caisse des retraites aient une certaine importance.

Secours médicaux et pharmaceutiques. Familles des sociétaires. — Pour les secours médicaux, un docteur très dévoué est attaché à la Société,

et, moyennant une redevance fixe annuelle, donne ses soins à tous les membres participants.

Les médicaments sont délivrés gratuitement sur une ordonnance du médecin.

En outre de ces avantages et comme la Société n'a pas cru pouvoir jusqu'à présent admettre les femmes et les enfants, elle a trouvé un moyen terme, en faisant bénéficier les familles des sociétaires des prix avantageux dont jouit la Société auprès des pharmaciens et des établissements de bains. De son côté, le docteur a consenti à donner ses visites et consultations à un taux excessivement réduit, 1 fr. 50 pour les visites et 1 franc pour les consultations; à cet effet, le bureau délivre une carte de famille à chaque sociétaire.

Enterrement des Sociétaires. — Au décès de chacun de ses membres, la Société se charge des frais de funérailles, qui comprennent un service de 7^e classe et l'acquisition d'une fosse à part.

Assurance en cas d'accident. — Lorsque les ouvriers se blessent en travaillant, la Société de secours n'intervient pas, grâce à une assurance qu'a contractée M. Piat; les blessés touchent pendant toute leur inactivité les deux tiers de leur salaire ou des sommes variant d'importance lorsque les blessures entraînent une incapacité de travail quelconque.

Ecole d'apprentis. — Les apprentis, au nombre de 30 environ, ont tous les soirs une leçon durant une heure et demie, prise sur le temps d'atelier. Cette leçon leur est donnée par un professeur spécialement engagé à cet effet. Des récompenses semestrielles et hebdomadaires sont accordées aux plus méritants, tant pour leur assiduité à l'école que pour leur habileté à l'atelier.

Bibliothèque. — Une bibliothèque ainsi qu'une salle de lecture sont mises à la disposition des ouvriers et des malades. La bibliothèque



FIG. 17. — USINE DE LA MAISON PIAT, A SOISSONS. — Atelier de construction.

Assurance en cas de décès. — Par suite d'une assurance collective en cas de décès contractée tous les ans par la Société, la veuve de chaque sociétaire touche à la mort de ce dernier une prime de 500 francs.

Chacun des membres participants verse tous les mois une somme de 0 fr. 65 destinée à couvrir les frais de cette assurance, pour laquelle la Société avance le montant au début de l'année assurée.

Le total des versements à faire par chaque sociétaire se trouve donc porté à 3 fr. 15 c. par mois : 2 francs pour la Société proprement dite, 0 fr. 50 c. pour la Caisse de prévoyance, et 0 fr. 65 pour l'assurance collective en cas de décès.

Caisse des retraites. — Reste enfin la Caisse des retraites, qui, appelée à fonctionner en 1876 avec un capital de 30 000 francs, capital produit par les versements faits depuis 1859, les subventions accordées par l'Etat et les intérêts capitalisés des sommes placées, est arrivée à posséder un capital de 93 602 fr. 27 c. Sur cette somme, 36 828 francs sont immobilisés pour servir des pensions à 9 sociétaires, dont les 6 premiers touchent 180 francs et les 3 derniers 200 francs.

Complément de la pension de retraite. — Ces pensions s'élèvent à 360 francs pour ceux ayant travaillé pendant vingt années en une ou plusieurs fois dans la maison. Ce complément de pension est alloué sur les fonds personnels de M. Piat.

La Société de secours mutuels de la maison occupe donc, en raison des résultats effectifs retirés par les ouvriers qui en font partie et qui viennent d'être énumérés, une situation tout exceptionnelle vis-à-vis des autres Sociétés de même nature.

prête des livres et des revues, et met à la disposition des ouvriers qui en font la demande certains journaux politiques qui ne sont pas de nature à leur fausser l'esprit. Cette bibliothèque possède, à l'heure actuelle, 500 volumes; elle est très fréquentée par les ouvriers et apprentis, surtout en hiver.

Harmonie instrumentale. — Un corps de musique très nombreux (80 exécutants) formant « l'Harmonie des ateliers Piat », dirigé par un habile chef, réunit tous ceux qui aiment la musique et donne aux apprentis la facilité de devenir musiciens dans l'armée. Sa bannière est ornée de nombreuses récompenses de toute nature, obtenues dans les différents concours dans lesquels elle s'est fait entendre.

Participation aux bénéfices. — La Société de secours mutuels est en quelque sorte une assurance (payée en grande partie par l'ouvrier) contre la maladie, la vieillesse et la mort. Elle donne déjà satisfaction à des besoins impérieux, et M. Piat a cherché à compléter personnellement les lacunes qu'elle pouvait offrir, tant en ce qui concerne les risques d'accidents professionnels qu'en ce qui touche les satisfactions morales auxquelles tout être humain aspire constamment.

Il manquait encore quelque chose pour que l'ouvrier, vivant déjà comme tout homme soucieux du lendemain doit le faire, fût attaché davantage matériellement à cette maison qui l'occupe, pour qu'elle devint un peu sa chose propre, pour qu'il s'intéressât à sa prospérité comme elle s'intéresse à tout ce qui le touche. M. Piat a cherché à réaliser un contrat qui, le faisant coparticipant aux bénéfices de l'affaire, lui fassent, d'autre part, donner son maximum d'efforts.

Il a cru trouver la solution de ce problème dans l'application de la

participation aux bénéfices, et depuis l'année 1882, tout ouvrier ayant atteint cinq années de présence consécutives à l'atelier, a droit à une part dans les bénéfices de la maison.

Le tableau suivant indique quels ont été les effets de cette participation.

Années	Nombre de participants Paris	Soissons	Quantum % rapporté au salaire
1882	145	»	8 50
1883	146	»	7 00
1884	141	»	6 00
1885	150	»	3 00
1886	158	»	3 00
1887	180	10	3 00
1888	182	16	4 00
1889	188	18	4 %

La somme totale distribuée s'est élevée à 164 873 francs.

Statutairement les participants touchent moitié en espèces et l'autre moitié est versée d'office à la Caisse des retraites, à capital réservé sur la demande de tous les intéressés.

Les résultats de cette institution sont excellents, et cela malgré les mauvaises années que l'industrie en général a traversées. La stabilité du personnel ne cesse de s'accroître, ce qui a permis à M. Piat de dire qu'il reportait sur lui une grande partie des honneurs de plus en plus grands qui sont faits à la maison, à l'occasion des différents concours où elle a figuré.

RÉCOMPENSES AUX EXPOSITIONS

- Exposition de 1867 : Diplôme d'honneur;
- de Vienne 1873 : Médaille de progrès;
- de 1878 : Grand Prix;
- d'Amsterdam 1883 : Diplôme d'honneur, décoration de la Légion d'honneur;
- de 1889 : Hors concours, Membre du Jury;
- Exposition d'économie sociale, section XIV : Médaille d'or.

G. THAREAU.

LE MATÉRIEL DE L'INDUSTRIE TEXTILE A L'EXPOSITION

Groupe VI. — Classes 27, 51, 54, 55, 56, 58 et 59.

(Suite¹.)

MATÉRIEL DES APPRÊTS ET DE LA TEINTURE

(Classes 27, 55, 58, 56, 59 et 51.)

Les appareils pour apprêt ou teinture se trouvaient, à l'Exposition, disséminés un peu partout. Nous avons trouvé des machines à repasser dans les classes 27 et 56; des machines à cheville, lustrer, se couer, etc., dans la classe 58; des machines à mesurer et élargir, dans la classe 59; des clarificateurs à benzine pour teinturiers-dégraissers dans la classe 51; enfin des machines à tondre, fouler, humecter les tissus, etc., dans la classe 55. Nous commencerons par cette dernière. Le nombre des appareils est ici tellement grand que nous devons nous contenter pour chacun d'eux d'une simple indication, la plus précise possible au point de vue de la nouveauté des résultats.

Parmi les exposants qui figuraient dans la classe 55 pour cette spécialité, nous citerons d'abord la Société Alsacienne de constructions mécaniques, qui, comme machine d'apprêts, avait envoyé une machine à sécher à huit tambours de cuivre, disposés verticalement deux à deux, munie d'un foulard et de son plieur et possédant un mouvement progressif; une encolleuse pour coton, dans laquelle les fils ourdis passent dans une boîte à encollage, puis à la suite sur un tambour sécheur de grand diamètre; et une calandre à quatre rouleaux dont deux canons et deux cylindres de papier. Comme machines pour teinture et impressions, elle exposait : un appareil à teindre les cotons et les laines en écheveaux, basé sur le principe des bains circulants; une petite machine à imprimer pour laboratoire, imprimant à deux couleurs et destinée aux essais et expériences; une grande machine à imprimer au cylindre, à huit couleurs, du type usuel pour gravures à taille-douce, complétée par une sorte de séchoir dit « course chaude », composé de plaques à vapeur dont la chaleur rayonne sur les tissus fraîchement imprimés qui en approchent; enfin une cuisine à couleurs de quatre bassines basculantes à doubles fonds, dont trois sont munies d'agitateurs mécaniques et auxquels des robinets articulés assurent l'eau directement.

Après cette exposition considérable, nous citerons, par rang d'importance, celle de MM. Grosselin père et fils, où l'on remarquait surtout divers types de laineuses à chardons métalliques : la laineuse Martinot, pour les articles de laine cardée; une laineuse à un tambour de 14 travailleurs, à énergie variable, pour tissus de coton et laine coton; une autre de même système pour draps et nouveautés, disposée pour gratter simultanément à poil et à contre-poil; une autre pour tissus de tous genres avec un chauffage tournant à l'entrée et un système de brosses à la sortie pour recoucher le duvet, etc.; ces appareils sont complétés par une machine à aiguiser les cardes, à l'usage des cardes en pointe d'aiguille. Le même constructeur exposait trois types de tondeuses, l'une pour velours, soie et coton, à lame de trempe dure, de construction fort simple; une autre pour draperie, à deux cylindres; la troisième pour tissu ras en général, à trois cylindres, avec écartement des cylindres des lames femelles pour éviter les coupures, et déboureur automatique. Il exposait également des fouleuses, les unes du type ancien à maillets, soit à deux maillets libres actionnés par ressorts pneumatiques, soit à trois maillets à

marque symétrique, pour éviter l'enchevêtrement des pièces dans le bassin; les autres du type à cylindres, dont un petit modèle à deux cylindres pour les articles légers, et un grand modèle également à deux cylindres pour les draps avec compteur de métrage. Enfin citons encore un appareil à déplisser les draps en cours de foulage, du système Lombard; une machine à velouter pour tous les articles grattés d'envers de laine ou de coton qui doivent avoir un côté pelucheux; et une machine à épeutir, à quatre peignes à dents de scie, dont deux travaillent sur l'envers et deux sur l'endroit du tissu, et dont le but est d'enlever de leur surface les boutons et les nœuds et leur donner ainsi un aspect plus marchand.

Des laineuses à chardons métalliques étaient aussi exposées par la maison G. et H. Bauche et la maison Leclerc et Damuzeaux. Dans la première, les constructeurs ont agencé des rouleaux garnisseurs assemblés quatre par quatre et tournant individuellement pendant que l'assemblage a aussi son mouvement de rotation; cette disposition donne un organe susceptible d'une grande élasticité permettant de tirer à poil les étoffes les plus légères comme les plus résistantes en faisant rendre à la trame ce qu'il est possible d'en exiger sans érailler le tissu. Dans la seconde, dite à « action variable », on a fixé sur deux tambours, qui peuvent tourner dans les deux sens, des plaques de cardes et des plaques non garnies, et l'on a agencé les unes de façon qu'elles puissent monter ou descendre entre les autres et les dépasser à une hauteur variable suivant les besoins.

Dans la même classe figuraient deux machines à humecter les tissus. Dans l'une, due à M. Messmer, on humecte le tissu, non plus par projection, au moyen de brosses rotatives, qui s'imprègnent dans le liquide, mais en comprimant ce liquide et le laissant échapper en mince filet sur l'étoffe qui passe à sa portée. Dans la seconde, qui sert en même temps à teindre par voie de pulvérisation des bains de teinture, le principe est encore le même, mais l'angle de renvoi du liquide pulvérisé peut varier à volonté.

On y voyait encore une fouleuse à mouvement alternatif, construite par MM. Barette, dont on peut facilement renverser la marche, afin de fouler dans les deux sens et éviter, ce qui arrive toujours, de découdre la pièce et de la rengrener en sens contraire.

Nous aurons cité toutes les machines d'apprêt exposées dans cette classe en notant enfin la machine à chiner de M. Mahon. Ce sont toujours les rouleaux imprimeurs bien connus, avec lesquels on peut facilement chiner les fils ainsi que les cotons et laines en boudins : il n'y a là rien de bien nouveau, mais la construction de la machine est bonne et pratique.

Dans la classe 58, l'exposition la plus remarquable des appareils pour apprêts était celle de M. F. Dehaître. Parmi les machines les plus nouvelles, nous citerons une machine à griller au gaz, dans laquelle les rampes de gaz ne sont plus formées d'une ligne de feu, mais d'une nappe enflammée non interrompue, dont on peut à volonté régler la largeur de table; un tambour à ramer, avec élargissement Palmer et manchon de feutre sans fin; une presse à chaud, à pression hydraulique, encore avec feutre sans fin; une machine à dérompre, dans laquelle on fait circuler le tissu tendu sur des cylindres garnis d'aspérités (système Garnier); un séchoir à deux cylindres, muni d'un feutre directeur, et toute une série de calandres à glaces de différents modèles. Notons encore une collection d'essoreuses, parmi lesquelles il y a à citer lesessoreuses à écheveaux sur bâtons et pour pièces au large, des laveuses, etc. Comme machine de teinture, nous n'avons remarqué qu'une poire à cuire les bois de teinture : aujourd'hui que nos teinturiers usent des extraits sur une grande échelle, cet appareil doit être d'un usage restreint.

Nous mentionnons ensuite l'exposition de M. Lucien Fay, qui comprenait des appareils à teindre à bords circulants des systèmes Vandermerche et Hauschel, destinés à la laine peignée, au coton, au mohair, bruts, en boudins, ou en écheveaux. Dans le premier de ces systèmes, les matières à teindre sont tassées dans des cylindres en bronze, que l'on fait communiquer avec les conduites qui amènent le bain de teinture; le liquide tinctorial, refoulé par une pompe, traverse ces matières, s'échappe par le fond percé des cylindres dans un bac placé en dessous, et est sans cesse repris par la pompe; dans la première partie du temps nécessaire pour la teinture, l'arrivée du bain se fait d'un côté, puis, afin d'égaliser le ton dans toute la masse, la série des cylindres est retournée mécaniquement durant la seconde partie, et le contact du bain est donné d'un autre côté. Dans le second système les matières à teindre sont retenues par un filet autour de colonnes verticales percées de nombreux orifices d'où jaillit le bain de teinture; celui-ci le traverse et est sans cesse repris par la pompe.

M. César Carron exposait dans la même classe trois genres de machines : une secoueuse-dresseuse double, destinée à remplace le secouage à la cheville des écheveaux; une machine pour la teinture des pièces, dans laquelle, afin que la pièce subisse le mouvement de lissage en même temps qu'elle se déroule dans le bain, on a monté le trinquet sur bras oscillants; et une machine à teindre les écheveaux, dans laquelle un mécanisme spécial soulève ces derniers et leur donne un mouvement de lissage au milieu de la barque à teinture où ils circulent automatiquement.

MM. Buffauld et Robatel exposaient la machine à cheville la soie, bien connue du système Buffauld, une lustreuse-étireuse à étirage double pour soie, une machine à secouer la soie, et plusieursessoreuses, parmi lesquelles uneessoreuse à fonds à soupapes pour extraire les produits demi-solides et uneessoreuse électrique avec une dynamo directement fixée sur l'arbre du panier communiquant le mouvement aussitôt qu'on établit le courant.

Notons encore une calandre à cylindres de grande puissance et une

(1) Voir le Génie Civil, tome XV, n° 46, p. 349, tome XVI, n° 6, p. 464, et n° 7 p. 477.

machine à élargir les tissus, de MM. Kientzy frères; un foulard à gommer et une machine d'apprêt de MM. Pingrié et C^{ie}.

M. Henri Chasles, constructeur bien connu pour les appareils de buanderie et blanchisserie, exposait, dans la classe 27, comme relevant du matériel des teinturiers et de l'apprêt, un cylindre colleur et un autre à toile sans fin, des repasseuses, spéciales à cette maison (ancienne maison J. Decoudun et C^{ie}) et employées par quelques teinturiers comme moyen d'apprêt, des presses, essoreuses, laveuses à benzine, etc.

Nous avons encore noté dans cette classe l'exposition de la maison Etienne Descombes, qui comprenait : une table à vapeur du système A. Lyon, munie d'une gouttière au-dessous des deux robinets d'arrivée de vapeur, pour éviter les égouttages de vapeur condensée; un cylindre d'apprêt à feutre sans fin, transformable en colleur; des barques à feu nu et à vapeur, une laveuse-essoreuse à benzine, etc.

Passons à la classe 56. M. Sarriot exposait une machine à repasser à la mécanique, applicable aux travaux des teinturiers, blanchisseurs, confectionneurs et tailleurs, de tous les industriels, en un mot, qui sont obligés de repasser, lustrer et glacer. L'ouvrière qui travaille avec cet outil peut le faire assise, ce qui lui laisse une grande force d'énergie disponible; elle n'a guère d'efforts à faire pour conduire son fer, qui se relève par un système de contre-poids et s'abaisse par une pédale sur laquelle on presse plus ou moins, suivant le résultat qu'on désire obtenir; enfin, elle ne peut se brûler au fer lui-même, car celui-ci est suspendu à une tige métallique garnie d'une manette en bois qui la garantit directement de toute chaleur immédiate; ce fer est creux et chauffé, soit par le gaz, ce qui rend le réglage facile, soit par une gueuse chauffée que l'on introduit dans l'intérieur, ce qui donne une chaleur de plus longue durée.

L'exposition de la maison Chambon-Lacroisade comprenait des foyers tournants de toutes les grandeurs, depuis 4 fers, pour les ménages, jusqu'à 8 fers, pour les teinturiers, avec tous les fers, depuis ceux à repasser et glacer, jusqu'aux coques de petite dimension pour les reliefs de la dentelle.

Dans l'exposition d'appareils de chauffage pour fers de M. Hermand, figurait le foyer servant à la fois de cuisinière, de générateur d'eau bouillante ou de fourneau, où plus de vingt fers peuvent être chauffés à la fois.

Voyons maintenant la classe 59. Les machines qui appartiennent aux spécialités que nous examinons sont celles à mesurer et élargir. Nous y en avons trouvé deux types : la machine à métrer et à enrouler les étoffes, de M. Lavoine, et la machine à élargir les tissus, de M. Mercadier.

Dans la machine de M. Lavoine, le tissu, guidé et tendu par des cylindres d'embarrage, passe sur un autre rouleau de cuivre d'un diamètre bien déterminé, mis en mouvement par le frottement de l'étoffe; ce rouleau est muni d'un compteur qui enregistre toutes ses rotations, dont chacune correspond à une longueur donnée du tissu frottant, en supposant qu'il n'y ait pas de glissements.

Dans la machine de M. Mercadier, l'étoffe, pour être élargie, est saisie de chaque côté des lisières par deux mâchoires munies de tampons, qui s'écartent pour produire une tension du tissu et s'ouvrent ensuite lorsque l'effet voulu est obtenu.

Enfin, nous avons encore noté dans la classe 51 un appareil à l'usage des teinturiers-dégraissers. C'est un clarificateur à benzine construit par M. Théodore Henri, et destiné à l'épuration des liquides qui ont servi aux nettoyages à sec. On sait qu'après avoir servi, ces benzines sont absolument noires et fortement chargées de corps gras : il s'agit alors de les clarifier; on pourrait les distiller, mais les teinturiers-dégraissers n'en ont guère le temps; ils ne sauraient non plus employer avec succès la lessive de soude ou l'acide sulfurique. L'appareil est formé de deux réservoirs superposés, de 2 mètres de haut; le réservoir supérieur, de 150 litres de capacité, est aux trois quarts rempli d'un mélange filtré et absorbant que doit traverser la benzine souillée introduite par le haut; un tube à robinet la fait arriver au bas du réservoir inférieur, en partie rempli d'un liquide épurateur en vertu de son poids spécifique, elle traverse ce liquide et vient se placer au-dessus de lui; c'est là qu'on peut la recueillir. Elle est alors à peine jaunâtre et peut être utilisée dans les mêmes conditions qu'auparavant.

ALFRED RENOUD,
 Ingénieur-expert.

(A suivre.)

LES FREINS CONTINUS à l'Exposition universelle de 1889. Groupe VI. — Classe 61.

(Planche XXII.)

Avant d'aborder la description et la comparaison des divers systèmes de freins continus pneumatiques qui étaient représentés à l'Exposition universelle de 1889, nous donnons un court aperçu des diverses transformations qu'ont subies les appareils de freins jusqu'à ce jour, et des conditions générales de bon fonctionnement que doivent remplir les freins continus.

Les premiers freins employés furent les freins à main, dont il existe encore un grand nombre de types aujourd'hui, et dans lesquels un manœuvre agit, par l'intermédiaire d'une vis ou d'un levier, sur un ensemble de pièces rigides articulées, appelé *timonerie*.

Ces pièces sont convenablement disposées pour approcher ou éloigner des roues les sabots SS (fig. 1), destinés, par leur frottement plus ou moins énergique sur les bandages, à produire le ralentissement ou l'arrêt des véhicules.

Mais, en même temps que le trafic des lignes de chemins de fer augmentait, et qu'on donnait aux trains des vitesses plus considérables et des longueurs plus grandes, on fut conduit à rechercher le moyen d'assurer la sécurité des voyageurs, tout en diminuant le temps perdu par les arrêts à longue distance.

Dès lors, les freins à main, dont on avait l'habitude de munir seulement quelques véhicules, devinrent tout à fait insuffisants, tandis que leur multiplication sur un même train entraînait une augmentation très onéreuse du personnel, et ne donnait nullement l'unité et la rapidité d'action désirables.

On fut donc conduit à placer la source de force retardatrice entre les mains d'un seul et même individu, et les premiers appareils de ce genre, dont quelques-uns subsistent encore, furent les *freins continus à chaîne*, ou à connexions rigides reliées par des rotules.

Les premières applications de ce genre avaient été tentées avec succès par les chemins de fer du Nord français, où les freins étaient actionnés par un seul homme sur trois véhicules à la fois, à l'aide des appareils de connexion *Newall*. Ces groupes de trois véhicules circulèrent sur le réseau du Nord de 1859 à 1880, époque où les freins continus pneumatiques furent appliqués à tout le matériel.

M. Martin avait depuis longtemps indiqué la possibilité de remplacer la force humaine par une force purement mécanique, et montré même le rôle que pourraient jouer dans cet ordre d'idées l'air comprimé et l'air raréfié.

L'avenir lui donna pleinement raison, et vers 1870, on vit apparaître les premiers appareils pratiques de ce genre, dus respectivement à M. Westinghouse et à M. Smith, et qui ont reçu la dénomination générale de *freins continus pneumatiques*.

Depuis cette époque, un grand nombre de systèmes furent mis en évidence, et des expériences très concluantes furent faites dans le but de déterminer les conditions les plus favorables au bon fonctionnement d'un frein continu.

Ces expériences remarquables, exécutées en Angleterre sous la direction du capitaine Douglas Galton, conduisirent aux conclusions suivantes, qui servent aujourd'hui de base à l'établissement de tout appareil de ce genre :

- 1^o Agir sur toutes les roues du train sans exception;
- 2^o Pouvoir appliquer les sabots sur toutes ces roues avec plus la grande rapidité et la plus grande simultanéité possible;
- 3^o Eviter, tout en s'en rapprochant le plus possible, le *calage* des roues, c'est-à-dire le moment où le roulement sur le rail se transforme en glissement;
- 4^o Pouvoir faire varier la pression sur les sabots depuis zéro jusqu'à son maximum, de façon à obtenir des ralentissements progressifs et durables lors de la descente des pentes, c'est-à-dire ce qu'on a appelé la *modérabilité*.

Nous ne dirons rien de plus ici sur cette partie théorique, qui a du reste été développée ailleurs de la façon la plus complète et la plus compétente (1).

Généralités. — Les *freins continus pneumatiques* peuvent se diviser actuellement en deux grandes classes : les *freins à air comprimé* et les *freins à vide*.

Chacune de ces classes comprend deux catégories d'appareils bien distincts : les *freins directs* et les *freins automatiques*. Ces derniers sont ainsi nommés parce qu'une rupture de la conduite provoquée par un accident quelconque, et particulièrement par une rupture d'attelage, les fait appliquer automatiquement sur tous les véhicules du train.

Quelle que soit d'ailleurs la classe de freins considérée, la timonerie de chaque véhicule (représentée par ses axes fig. 1), a toujours pour point de commande primitif, l'extrémité E d'une tige actionnée directement par les mouvements d'un piston ou d'un diaphragme sur les deux faces duquel on peut déterminer à volonté des pressions différentes.

Dans la première classe d'appareils, cette différence de pression est obtenue par la compression de l'air; dans la deuxième, elle est obtenue par sa raréfaction.

Tout le long du train règne une *conduite générale*, raccordée entre les véhicules par des accouplements flexibles ou articulés, et qui transmet d'une extrémité à l'autre, à la volonté du mécanicien, et avec la rapidité qui caractérise le mouvement des fluides, la compression ou la dépression produite sur la locomotive.

Sous chaque véhicule se trouve le piston ou le diaphragme moteur renfermé dans un cylindre à freins ou dans un vase à freins, convenablement relié à la conduite générale.

S'il s'agit de freins directs, la compression ou la raréfaction produite agit directement, au moment d'effectuer le serrage, sur les pistons ou diaphragmes moteurs, et n'est pas entretenue pendant la marche normale du train. S'il s'agit au contraire de freins automatiques, cette compression ou cette raréfaction subsiste d'une façon continue et est entretenue dans la conduite générale et dans des capacités ou réservoirs auxiliaires placés sous chaque véhicule; dans ce cas, la différence de pression sur les deux faces des pistons ou diaphragmes moteurs, n'est produite qu'au moment du serrage et le plus souvent par le jeu d'appareils spéciaux appelés distributeurs.

Il est donc nécessaire d'avoir sur la locomotive un ensemble d'appareils servant d'une part à produire l'air comprimé ou raréfié, suivant la classe de freins considérée, et d'autre part à transmettre au reste du train, à un moment donné, et par une manœuvre simple et rapide, les variations de la force ainsi emmagasinée.

(1) Voir R. Séguéla. — *Etude sur l'action des freins*. (Annales des mines. Septembre-octobre 1882).
L. Soulerin. — *Etude sur un nouveau système de freins continus* (1887) et *Supplément à cette étude* (1889).

Bonnin. — *Frein à vide automatique. Sa comparaison avec les freins continus* (1889).

Ces appareils comprennent, pour les freins à air comprimé :

- Une pompe de compression automotrice ;
- Un réservoir d'air comprimé avec réservoir principal ;
- Et un robinet de manœuvre avec régulateur de pression.

Et pour les freins à vide :

- Un éjecteur ;
- Un robinet de manœuvre ;
- Et une soupape de rentrée d'air.

Nous n'aurons à nous occuper dans cette étude que des freins à air comprimé automatiques, des freins à vide directs et des freins à vide automatiques ; les freins à air comprimé directs sont presque abandonnés aujourd'hui et n'étaient pas représentés à l'Exposition.

Nous aurons en outre à examiner un nouveau système de freins mixtes fonctionnant indifféremment par le vide ou par l'air comprimé.

Enfin, à propos des freins à air comprimé ou à vide automatiques, nous passerons en revue divers appareils dits à fonctionnement rapide, et destinés au freinage des trains de marchandises composés d'un grand nombre de véhicules, question dont on se préoccupe très sérieusement aujourd'hui.

Freins à air comprimé automatiques pour trains de longueur ordinaire.

— Le fonctionnement de ces freins se rapporte à trois types distincts.

Dans le premier type, pendant la marche du train, les deux faces du piston moteur sont soumises à la pression atmosphérique, et le serrage s'effectue en faisant agir sur l'une d'elles la pression de l'air comprimé provenant d'un réservoir auxiliaire. Tels sont les systèmes *Westinghouse* et *Soulerin*.

Dans le deuxième type, au contraire, pendant la marche du train, les deux faces du piston moteur sont soumises à la pression de l'air comprimé, et le serrage s'effectue en détruisant tout ou partie de cette pression sur l'une d'elles : tel est le système *Wenger*.

Le troisième type repose sur la combinaison de l'air comprimé avec un ressort à boudin qui est maintenu bandé pendant la marche du train, et produit le serrage en se débandant par suite d'un abaissement de la pression dans la conduite générale : tel est le système *Boyd*.

Frein Westinghouse et frein Soulerin. — Pendant la marche du train, la pompe de compression P (fig. 1) comprime de l'air dans le réservoir principal R, et de là dans les réservoirs auxiliaires *r*, en passant successivement par le robinet de manœuvre M, la conduite générale C, et ses accouplements A, et par les appareils distributeurs D. Les deux faces des pistons moteurs des cylindres à freins F communiquent alors avec l'extérieur.

Pour faire appliquer les freins, on produit dans la conduite générale une certaine dépression, en laissant échapper à l'extérieur, par le robinet de manœuvre, une partie de l'air comprimé qu'elle contenait. Cette dépression a pour but d'actionner les organes des appareils distributeurs, et de permettre à l'air comprimé des réservoirs auxiliaires de se rendre dans les cylindres à freins, et d'y agir sur une des faces des pistons moteurs.

Pour produire le desserrage, on réintroduit, à l'aide du robinet de manœuvre, la pression dans la conduite générale, ce qui replace les organes des appareils distributeurs dans leur position première. Dès lors, toute communication est interrompue entre les réservoirs auxiliaires et les cylindres à freins, et l'air qui avait agi sur les pistons moteurs s'échappe à l'extérieur, pendant que ceux-ci reprennent leur position de desserrage sous l'influence de ressorts de rappel.

Nous ne décrirons pas en détail les pompes de compression qui ne varient que par distribution, et peuvent se substituer l'une à l'autre. Elles sont automotrices, toujours en relation avec la vapeur de la chaudière, et entretiennent dans le réservoir principal, dans la conduite générale, et dans les réservoirs auxiliaires, une pression déterminée qui varie entre 4 et 5 atmosphères.

Ces pompes se composent essentiellement (fig. 2) d'un cylindre à vapeur V, et d'un cylindre à air A. Le tiroir principal T, règle l'admission et l'échappement de la vapeur. Il est commandé lui-même par l'intermédiaire des deux pistons différentiels *a* et *b*, par le jeu du tiroir secondaire *t* sur lequel agit directement une tringle *k* actionnée par le mouvement du piston à vapeur.

La distribution Westinghouse (fig. 3) diffère de la distribution Soulerin (fig. 2) par la suppression du tiroir principal T, qui est remplacé par un système de trois pistons différentiels *a*, *b*, *c*.

Les robinets de manœuvre sont des robinets à trois voies, plus ou moins complexes, qui reviennent tous à mettre en communication la conduite générale soit avec le réservoir principal pendant la marche, soit avec l'extérieur pendant le serrage. Nous aurons, du reste, à en reparler à propos des freins rapides.

Les cylindres à freins sont à simple ou à double piston, munis de garnitures de cuir embouti, et soumis à l'action de ressorts de rappel R (fig. 7). Leurs dimensions varient avec le poids des véhicules.

Les réservoirs auxiliaires (fig. 8) sont de simples capacités cylindriques en tôle de fer dont les dimensions varient avec celles des cylindres à freins.

Les accouplements munis de boyaux flexibles dans certains cas, ou de pièces rigides articulées dans d'autres, ont leurs têtes garnies de rondelles de caoutchouc de diverses formes *a* (fig. 9) et *b* (fig. 10), qui, en s'appliquant l'une contre l'autre, assurent l'étanchéité du joint.

Nous avons représenté (pl. I, fig. 1), en élévation, le dessin d'ensemble du montage d'un frein continu à air comprimé automatique, montrant la position respective que peuvent occuper les divers appareils sur une locomotive et sur un wagon. Cette disposition peut varier suivant la nature du matériel, à la condition de conserver les communications indiquées, et elle s'applique aussi bien au système Westinghouse qu'au système Soulerin ; pour plus de clarté dans le

dessin, nous avons supposé que la machine n'était pas freinée et ne portait que les appareils de manœuvre et de production de force, et nous avons indiqué la timonerie du wagon seulement par ses axes, montrant par des flèches les mouvements des leviers lors du serrage. La figure 2 représente une pompe de compression du système Soulerin ; la figure 3, le cylindre à vapeur d'une pompe Westinghouse.

Le robinet de manœuvre système Soulerin (fig. 4, 5 et 6) peut occuper trois positions : dans la première, le réservoir principal R communique avec la conduite générale C par *ab* ; dans la deuxième, la conduite générale C communique avec l'échappement E par G ; la troisième est la position de repos, la conduite étant isolée du réservoir principal et de l'échappement.

La figure 1 représente un cylindre à freins à simple piston ; la figure 8, un réservoir auxiliaire avec le raccord sur lequel se fixe le distributeur ; les figures 9 et 10, une tête d'accouplement Westinghouse accouplée avec une tête d'accouplement Soulerin ; enfin la figure 11, l'ensemble de deux accouplements avec têtes, boyaux flexibles et raccords.

Il nous reste maintenant à étudier en détail la partie essentiellement différente et la plus importante des deux systèmes, c'est-à-dire l'appareil distributeur.

Le distributeur Westinghouse est connu sous le nom de *triple valve*, nom qui lui est resté du triple système d'appareils valvulaires qu'il comportait à l'origine. Actuellement, il se compose essentiellement (fig. 12) d'un piston métallique P, qui se meut dans une garniture de bronze munie à sa partie supérieure de rainures *rr*. La tige de ce piston, qui est guidée à la partie supérieure, porte un tiroir circulaire T comprenant quatre lumières *a*, *b*, *c*, *d*. Ce tiroir glisse sur une glace qui porte deux orifices, l'un *f* correspondant avec le cylindre à freins F, l'autre *e* avec l'extérieur.

Au-dessous du piston P se trouve une chambre A destinée à recueillir les condensations d'eau ou les poussières, et dans laquelle arrive la conduite générale C. Enfin le conduit R, qui communique avec le réservoir auxiliaire, aboutit dans la triple valve vis-à-vis de F.

Le fonctionnement est le suivant :

Pendant la marche du train, l'air comprimé qui arrive par C soulève le piston P, et passant par les rainures *rr*, se rend au réservoir auxiliaire. Dans cette position du tiroir, le cylindre à freins communique par *f*, *b*, *a*, *e*, avec l'extérieur. Si on détermine dans la conduite générale une dépression pour produire le serrage, le piston P est ramené à sa position inférieure, et empêche ainsi toute communication du réservoir auxiliaire avec la conduite générale. Pendant ce temps, le tiroir T étant descendu, la lumière *d* se place vis-à-vis de *f*, et la communication est fermée entre le cylindre à freins et l'air extérieur ; l'air du réservoir auxiliaire peut au contraire se rendre dans le cylindre à freins, en se détendant plus ou moins, et en passant par un conduit *o* qui fait communiquer la lumière *d* avec l'intérieur de la triple valve.

Pour obtenir le desserrage, on laisse rentrer l'air comprimé dans la conduite générale, ce qui replace les organes de la triple valve dans leur position première, et rétablit les communications de marche.

L'appareil ainsi décrit ne serait pas modérable, puisque une dépression relativement faible dans la conduite générale établit en grand la communication du réservoir auxiliaire avec le cylindre à freins, et donne le serrage à fond ou serrage maximum.

C'est pour remédier à cet inconvénient qu'on a ajouté une petite valve *p* qui fait corps avec le piston P, et dont le but est le suivant :

Le système des pistons P et *p* peut effectuer une légère portion de sa course, à la montée comme à la descente, sans entraîner le tiroir T. Or, lorsque l'air se détend en passant du réservoir auxiliaire au cylindre à freins, il arrive un moment où sa pression devient un peu inférieure à celle de l'air resté dans la conduite générale. Dès lors, le système des pistons P et *p* remonte lentement, tandis que le tiroir T reste en place. Le piston *p* vient alors fermer l'orifice *d* et empêche la communication du réservoir auxiliaire avec le cylindre à freins.

On peut donc, en maintenant la dépression voulue dans la conduite générale, à l'aide d'une série de manœuvres du robinet, produire des mouvements successifs dans les deux sens des pistons P et *p*, et, en obtenant des détenteurs d'air différentes, graduer la pression introduite au cylindre à freins, théoriquement de zéro à son maximum ; ce maximum serait atteint pour une dépression brusque dans la conduite générale, dépression qui ferait appliquer fortement le piston P contre le cuir *k*, le réservoir auxiliaire étant alors en pleine communication avec le cylindre à freins.

L'orifice *c* est destiné à empêcher une légère fuite dans la conduite générale de produire le serrage des freins. Dans ce cas, le piston P descend lentement en entraînant le tiroir T. Le conduit *f* se trouve alors à un moment donné en communication à la fois avec l'échappement *b* et avec l'orifice *c*. Dès lors l'air du réservoir auxiliaire, au lieu de passer dans le cylindre à freins, s'échappe à l'extérieur par *c*, *b*, *a*, *e*, et empêche tout serrage de se produire, la pompe de compression compensant pendant ce temps la perte d'air plus ou moins considérable qui en résulte. C'est également pour obvier à cet inconvénient qu'on a pratiqué dans les cylindres à freins une petite rainure de fuite *r* (fig. 7), de façon à permettre à une faible quantité d'air qui s'introduirait dans le cylindre à freins de s'échapper à l'extérieur avant d'avoir acquis la pression nécessaire pour mettre les pistons moteurs en mouvement.

Cependant les avis sont très partagés sur l'efficacité de cette disposition, et beaucoup ne considèrent le frein Westinghouse comme modérable que lorsqu'il est placé entre les mains d'un mécanicien très expérimenté, et encore l'étendue de cette modérabilité est-elle très faible et très difficile à saisir, puisque une dépression de 4 kilogr. et même souvent de 0^{mil} 8 sur 4 kilogr., dans la conduite générale, produit le serrage à fond des freins.

C'est du reste dans le but de rendre le frein modérable, qu'a été imaginée la modification apportée par M. Henry et qui est actuellement en usage sur les chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée. Cette modification consiste essentiellement dans la combinaison du frein Westinghouse automatique actuel, avec le frein d'origine non automatique, par l'addition sous chaque véhicule d'une deuxième conduite générale et d'une double valve de distribution; et sur la locomotive, d'une deuxième série d'appareils de manœuvre.

Nous verrons également, à propos des freins rapides, une modification introduite par M. Westinghouse dans sa triple valve, dans le but de lui donner une certaine modérabilité.

Le distributeur Soulerin (fig. 13) ne comporte ni tiroir, ni piston métallique, ni ressorts, et repose uniquement sur le fonctionnement de systèmes solidaires de pistons différentiels à garnitures de cuir embouti et de clapets convenablement agencés. Elle se compose essentiellement de deux systèmes mobiles, le système m, a, n , et le système p, q, f , qui se meuvent dans un corps en fonte. Les pistons m, n, p, q sont munis de garnitures de cuir embouti, disposées comme l'indique la figure; a et f sont deux clapets en caoutchouc durci. La conduite générale aboutit en C; F communique avec le cylindre à freins, et R avec le réservoir auxiliaire.

Pendant la marche du train, l'air comprimé arrivant par C et C', passe autour des garnitures des pistons p et n , sur les deux faces desquels les pressions s'équilibrent, et se rend au réservoir auxiliaire par g', g, R .

Donc, d'une part, le système p, q, f est maintenu soulevé par la pression qui s'exerce sous le piston q ; et d'autre part le système m, n, a est maintenu au bas de sa course par la pression exercée sur le clapet a .

Dans ces conditions, le cylindre à freins communique avec l'air extérieur par le clapet f qui est soulevé, tandis que toute communication est interrompue entre le réservoir auxiliaire et ce même cylindre par suite de l'application du clapet a .

Quand on produit une dépression dans la conduite générale pour serrer les freins, la pression de l'air du réservoir auxiliaire applique les garnitures de p et de n contre les parois; le système p, q, f est amené et maintenu au bas de sa course, et le système m, n, a est soulevé.

Dans ces conditions, le clapet f ferme toute communication entre le cylindre à freins et l'air extérieur, tandis que le clapet a permet à l'air du réservoir auxiliaire de se rendre par les conduits g, g' et l, l' dans le cylindre à freins.

Le desserrage s'obtient en réintroduisant l'air comprimé dans la conduite générale, ce qui replace les organes du distributeur dans leur position de marche.

On peut voir à la simple inspection de la figure que les diverses faces des pistons du système m, n, a sont à chaque instant soumises respectivement à trois pressions: la pression de l'air restant au réservoir auxiliaire, la pression de l'air dans le cylindre à freins, et la pression de l'air restant dans la conduite générale. Tant que la résultante de ces pressions est positive, le système reste soulevé; mais dès qu'elle devient négative, le système s'abaisse et le clapet a s'applique. Dès lors l'air ne peut plus passer du réservoir auxiliaire dans le cylindre à freins, et la pression reste ce qu'elle était dans ce dernier. On conçoit donc que l'appareil soit essentiellement modérable, et qu'à chaque valeur de la dépression produite dans la conduite générale pour serrer les freins corresponde une pression déterminée dans le cylindre à freins. La limite de cette modérabilité est atteinte lorsque la dépression dans la conduite générale est suffisante pour qu'il y ait équilibre entre la pression du réservoir auxiliaire et celle du cylindre à freins avant que le système m, n, a ne se soit abaissé.

Ces divers résultats sont d'ailleurs très faciles à prévoir par le calcul, puisqu'il n'entre en jeu que des pressions déterminées agissant sur des surfaces circulaires rigoureusement mesurables, ceci aux frottements près, qu'on peut du reste évaluer avec assez de précision.

D'un autre côté, comme la valeur y de la pression au cylindre à freins est donnée à chaque instant par l'équation:

$$y = \frac{S_n}{S_m} (x - z)$$

x étant la pression au réservoir auxiliaire et z la pression dans la conduite générale, il s'ensuit que, suivant les valeurs données à S_n et à S_m , c'est-à-dire aux surfaces des pistons m et n , on peut non seulement faire varier à volonté les limites de la modérabilité, mais encore obtenir des appareils à fonctionnement absolument distinct.

C'est ainsi que, suivant que l'on donne à $\frac{S_n}{S_m}$ une valeur supérieure, égale ou inférieure à 1, on a trois classes d'appareils bien différents, les premiers peu modérables, les deuxièmes modérables entre des limites plus ou moins grandes, les troisièmes enfin agissant comme détenteurs, et conduisant, ainsi qu'on le verra plus loin, aux freins fonctionnant indifféremment par le vide ou par l'air comprimé.

(A suivre.)

GEORGES LESOURD,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

L'EXPOSITION DU SERVICE DES MINES

L'exposition du service des Mines, au pavillon des Travaux publics, comprenait des cartes et des publications statistiques concernant l'industrie minière et les appareils à vapeur.

Les cartes, au nombre de cinq, étaient les suivantes:

1^{re} Carte de la production minière de la France en 1887. Cette carte comprend les mines, minières, salines, et les principaux groupes de

carrières qui ont été en activité. Elle donne la situation géographique des diverses exploitations et représente le poids et la nature des substances minérales qu'on en a extraites, ainsi que la valeur totale par département des produits tirés des mines pendant l'année 1887. Elle est établie à l'échelle de 1/250 000^e et mesure 4^m 10 de largeur.

2^e Carte de la production minière de l'Algérie en 1887. Cette carte, à l'échelle de 1/800 000^e, mesure 1^m 60 de largeur et 0^m 85 de hauteur. Elle a été dressée d'après les bases adoptées pour la carte de la production minière de la France, dont elle forme le complément. Elle comprend les mines, minières et salines en exploitation, auxquelles viennent s'ajouter les principaux groupes de carrières.

3^e Carte de la production minière et métallurgique des principaux pays du globe, en 1887. Cette carte a été dressée d'après les documents officiels les plus récents que le service des Mines ait pu se procurer sur la production des mines et usines métallurgiques des divers pays. Le plus grand nombre des renseignements s'appliquent à l'année 1887. La carte mesure 3^m 80 de largeur sur 2^m 85 de hauteur. Elle traduit graphiquement, au moyen de cercles et de carrés de couleurs variées, les chiffres de production de manière à présenter aux yeux une image aussi frappante que possible de l'importance relative des substances minérales extraites ou fabriquées dans chacune des contrées.

4^e Carte statistique de l'exploitation des phosphates de chaux, en 1886. Cette carte, qui mesure 63 centimètres de largeur totale sur 51 centimètres de hauteur, se compose de cartes géologiques et d'une carte statistique. Celle-ci indique par le moyen de diagrammes les quantités de phosphates extraites en 1886 dans les départements. Les autres font connaître la situation et la forme des gisements et la nature des terrains dans lesquels ils sont contenus.

5^e Carte de la production des carrières de la France en 1887. Des renseignements très détaillés fournis par les Ingénieurs des Mines ont servi à dresser une carte de la production des carrières. Sur une carte de France au 1/2 000 000^e, on a disposé des triangles équilatéraux, d'une surface en rapport avec le nombre de tonnes extraites dans chaque groupe d'exploitation et on a divisé ces figures proportionnellement aux quantités de chaque substance extraite. La carte indique par leur nom les principaux centres de production, c'est-à-dire ceux dont le produit annuel atteint 50 000 tonnes ou ceux qui présentent un intérêt particulier; un triangle spécial est affecté à chacun d'eux. Le reste de la production du département, consistant en matériaux tirés de carrières peu importantes ou trop disséminées pour former des groupes intéressants, est représenté par un triangle unique, sans autre indication géographique que le nom du département.

Outre ces cartes, le service de la statistique exposait un stéréogramme figurant matériellement, année par année, par le moyen de prismes en bois, la production de la houille en France depuis un siècle. Ce solide a la forme d'une pyramide quadrangulaire renversée qui mesure deux mètres de hauteur.

Les publications exposées, au nombre de trois, étaient les suivantes:

1^{re} La statistique de l'industrie minière et des appareils à vapeur en France et en Algérie, pour les années 1886 et 1887 (2 vol.). Cet ouvrage fait partie d'une collection de statistiques annuelles préparées par le service statistique des Mines au ministère des Travaux publics. La collection en est à son trentième volume comprenant ensemble 55 années.

2^e La statistique détaillée des sources minérales exploitées au 1^{er} juillet 1882. Si cet ouvrage date d'une époque un peu éloignée, c'est que, depuis 1883, on n'a plus fait de cette statistique l'objet d'une publication distincte. Il se continue chaque année dans la statistique de l'industrie minière, où un chapitre spécial lui est consacré.

3^e La statistique des phosphates de chaux en 1886. C'est cette publication qui a servi à faire la carte dont il est question plus haut. Elle contient *in extenso* les rapports fournis par les Ingénieurs des services locaux des Mines sur l'historique de la découverte des gisements, les particularités techniques intéressantes, le mode d'exploitation des phosphates naturels, et l'autre à la fabrication des scories phosphatées obtenues dans les usines sidérurgiques.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Après la clôture. — Nous avons donné, dans notre dernier numéro, quelques renseignements sur l'état d'avancement des travaux de démantèlement et de démolition au Champ de Mars. A l'Esplanade des Invalides, les travaux de démolition sont actuellement assez avancés. La grande porte d'entrée sur le quai d'Orsay a été abattue; l'installation des Poudres et salpêtres, le pavillon de l'Assistance publique et la plupart des constructions avoisinantes ont presque entièrement disparu. On vient également d'entreprendre la démolition de la section algérienne.

Sur le quai d'Orsay, le démantèlement est presque entièrement terminé dans toutes les galeries de l'Agriculture; sur certains points, il ne reste même plus que l'ossature métallique des galeries. On a commencé la démolition du palais de l'Alimentation.

C'est au Trocadéro que le déblaiement est actuellement le plus avancé. A part les pavillons des Forêts et des Travaux publics, auxquels les démolisseurs ne se sont pas encore attaqués, il n'y reste plus que quelques vestiges de l'Exposition. La circulation a été déjà rendue entièrement libre dans les jardins, et ceux-ci, dans quelques jours, les allées et les pelouses ayant été refaites, auront bientôt repris leur aspect primitif.

Adjudication du pavillon argentin. — Le 14 janvier 1890, il sera procédé, au siège de la Commission argentine, 32, boulevard Haussmann, à l'adjudication du pavillon ayant servi à l'exhibition des produits de la République Argentine au Champ de Mars. La mise en adjudication sera faite en 8 lots.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'industrie nationale.

Séance du 26 octobre 1889.

Manomètre. — M. MIGNOT fait une communication sur son nouveau manomètre métallique. Cet appareil indique avec une grande sensibilité les variations, accroissements ou diminutions de pression qui peuvent se produire dans une chaudière à vapeur, un réservoir d'air comprimé, ou tout autre appareil contenant un fluide en pression.

Il a de plus, l'avantage d'indiquer avec exactitude les pressions en kilogrammes, atmosphères, etc. Les cadrans, divisés en parties égales, imprimés à l'avance sur émail, sont tous identiques, de même que les différents organes du mécanisme.

Le constructeur signale une disposition des centres du levier, oscillant sur des couteaux ou sur des vis à pointes, qui permet de constater les plus minimes variations de pression, soit au minimum, soit au maximum de l'échelle à indiquer. On peut ainsi apprécier exactement l'élasticité dans la tension d'un ressort-disque ou à boudin en acier trempé;

Dans les manomètres hydrauliques à haute pression, plusieurs disques en acier sont superposés les uns sur les autres, afin de correspondre proportionnellement aux différentes pressions plus ou moins élevées à indiquer; ce multiple assemblage des disques permet à chacun d'eux de conserver leur limite d'élasticité.

Ces disques ne dépassent pas un diamètre de 3 millimètres au maximum. Le parcours de l'aiguille indicatrice s'opère par le même mode de transmission.

Graphophone. — M. GEORGE R. OSTHEIMER fait une communication sur le graphophone du professeur Tainter.

L'appareil, qui est pratique et d'une grande simplicité de construction, se compose de quatre parties distinctes :

- Le système d'entraînement du cylindre;
- Le système enregistreur;
- Le système répéteur;
- Le système régulateur de vitesse.

» L'entraînement du cylindre est produit par un mécanisme fort simple, composé d'un axe horizontal sur lequel est fixée une poulie que fait tourner une petite corde actionnée par la pédale. Deux petits boutons placés à droite servent à l'embrayage et au désembrayage. Les cylindres sont en carton recouvert de cire. Leur vitesse normale est de 180 à 190 tours par minute.

» L'appareil enregistreur se compose d'une plaque mince de mica, à laquelle est fixée une lame coupante s'appliquant contre le cylindre recouvert de cire. La plaque de mica est encastrée dans une monture de métal, munie d'un pas de vis s'engageant sur la vis horizontale, et l'entraînant ainsi le long du cylindre.

» Le système répéteur diffère entièrement du système enregistreur. Il se compose d'un petit appareil en ébonite, dont l'extrémité est munie d'une légère pointe en acier, articulée comme un levier, dont l'une des extrémités s'appuie sur le cylindre, et l'autre porte un fil tendu la reliant au centre d'un disque mince en celluloid. L'extrémité de la pointe d'acier appliquée contre le cylindre, en suivant les sinuosités produites dans la cire par la lame coupante du système enregistreur, transmet, par l'intermédiaire du fil tendu, ses vibrations au petit disque de celluloid, et de là, par un tube en caoutchouc, à deux petits cornets qui se placent dans les oreilles de l'auditeur.

» Le système régulateur de vitesse se compose de deux plateaux de friction recouverts d'une composition spéciale. Ces deux plateaux restent en contact tant que la vitesse de l'appareil n'est que suffisante. A partir de ce moment, la force centrifuge du régulateur sépare le plateau fixé sur l'arbre moteur à pédale, du plateau fixé sur l'axe servant à l'entraînement du cylindre, et oblige ainsi l'axe de la pédale à tourner à vide, et à ne plus entraîner l'axe du cylindre tant que la vitesse ne se ralentit pas assez pour produire de nouveau l'embrayage par le rapprochement des deux plateaux.

G. P.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Novembre 1889.

Présidence de M. FRIEDEL.

M. MAQUENNE propose de préparer l'isodulcitol au moyen des graines d'Avignon, qui en donnent environ 15 grammes par kilogramme: la méthode consiste à extraire la matière colorante des graines par l'alcool faible et à intervertir la solution par l'acide sulfurique.

L'isodulcitol, distillé avec de l'acide sulfurique étendu, donne du méthylfurfural identique à celui que l'auteur a extrait du fucoseol de Stenhouse: il résulte de ce fait des indications nouvelles sur la structure moléculaire de l'isodulcitol et du méthylfurfural.

M. TISSIER, en faisant agir 100 grammes de chlorure d'isobutyle sur 250 grammes de benzyle en présence de 50 grammes de chlorure d'aluminium, obtient, outre la butylbenzine tertiaire, deux corps cristallisés: l'un fondant à 76°, point d'ébullition 122-125°, et correspondant à la dibutylbenzine $C^6H_5=[C^4H]^2$; l'autre, correspondant à la tributylbenzine $C^6H_3[C^4H]^3$, fondant à 128°, bouillant à 185° et ayant l'aspect de lamelles nacrées.

Peu solubles dans l'alcool froid, ces deux corps sont solubles dans l'alcool bouillant et très solubles dans la benzène.

M. FRIEDEL fait remarquer que, dans le cas examiné par M. Tissier, on n'obtient pas le dérivé butylique correspondant au chlorure employé; ce fait a été déjà observé quelquefois, notamment avec le chlorure de propyle normal qui donne l'isopropylbenzène.

M. GRINER, par l'hydrogénation de l'acroléine, a obtenu un glycol non saturé, répondant à la formule $C^6H^{10}O^2$ et différant du composé nommé acropinacome par Linnemann. Ce glycol bout à 103-105° sous la pression de 15 millimètres, et à 197-198° sous la pression ordinaire; il est soluble dans l'eau en toutes proportions et ne se colore pas à l'air. Il donne par l'action de l'anhydride acétique un dérivé acétylé qui passe à 115-118° sous 20 millimètres, et il fixe 4 atomes de brome en fournissant un tétrabromure $C^6H^{10}O^2Br^4$ fusible vers 170°. La diacétine fixe également 4 atomes de brome; le produit qui en résulte fond vers 200°. L'action de l'acide hypochloreux sur le glycol conduit à un alcool saturé, tétratomique et dichloré $C^6H^{12}O^2Cl^2$; corps cristallisé qui fond à 204-206° en se décomposant, et qui est isomérique avec les dychlorhydrines de la mannite et de la dulcitol préparées par M. Bouchardat. M. Griner, qui se réserve l'étude de son glycol et de ses dérivés, s'occupe actuellement de remonter à l'alcool hexatomique qui doit lui donner la mannite ou un isomère.

M. BIGOT a obtenu, par l'action du sodium sur la monochlorhydrine de la glycérine, un corps qui présente la formule et les propriétés du glycid.

M. MOURGUES présente, au nom de M. LE BEL et au sien, un appareil qu'ils emploient depuis plusieurs mois pour recueillir les différents produits pendant une distillation fractionnée.

M. BÉRAL a observé la décomposition spontanée d'une assez grande quantité d'hydrure de cuivre placé dans le vide sec. Il s'est produit une explosion assez vive pour projeter le couvercle du dessiccateur; le résidu était formé de cuivre pur.

M. FRIEDEL, dans la suite de ses recherches sur l'acide camphorique, a examiné l'action de l'acide iodhydrique sur cet acide: il a observé, à côté d'un iodure qu'il n'a pas encore pu isoler d'une manière certaine à l'état de pureté, en raison de son peu de stabilité, un mélange d'hydrocarbures qui a déjà été étudié par divers chimistes. Les uns, comme M. Wigl, ont attribué au principal d'entre eux une formule en C^9 ; d'autres, comme MM. Berthelot et Wreden, une formule en C^8 . D'après Wreden, ce serait un hydrure, ou plutôt un mélange d'hydrures de méthylène C^8H^{14} et C^8H^{16} . Les observations de MM. Berthelot et de Wreden sont parfaitement exactes; l'hydrocarbure, produit principal de la réaction, répond à la formule C^8H^{16} d'après ses analyses et sa densité de vapeur, et en le nitrant, on obtient une petite quantité d'un dérivé nitré solide ayant la composition d'un trinitroxyène et le point de fusion du trinitrométhylène.

Dans la réaction de l'acide iodhydrique, il se dégage à la fois de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, et l'on peut comprendre la formation d'un hydrocarbure aromatique par rupture de la chaîne fermée dont M. Friedel est porté à admettre l'existence dans l'acide camphorique, avec formation d'une nouvelle chaîne aux dépens du radical propyle.

BIBLIOGRAPHIE

Encyclopédie de l'Architecture et de la Construction. Directeur: P. PLANAT. — Dujardin et C^{ie}, éditeurs, Paris.

Il est toujours difficile de parler d'un ouvrage en cours de publication, sur le vu d'un premier volume qui ne doit constituer qu'une infime partie du livre.

Aussi avons-nous attendu, pour rendre compte de l'importante *Encyclopédie de l'Architecture et de la Construction*, à laquelle M. P. Planat apporte tous ses soins et l'ordinaire souci de l'exactitude et de l'art qui caractérise ses ouvrages.

Nous venons de recevoir le premier fascicule du III^e volume; c'est plus de 1 400 pages parues, pleines de notices savamment ordonnées, et quoique la lettre C soit à peine entamée, on peut préjuger, dès à présent, de ce que sera l'ouvrage tout entier et dans quel esprit il a été entrepris.

C'est un monument considérable élevé par un architecte à l'Architecture; c'est en même temps un guide sûr qui rendra les plus grands services aux artistes et aux praticiens. Les connaissances, en effet, qu'exige aujourd'hui la pratique de ce grand art de l'architecture, sont d'une étendue si vaste, qu'elles exigent des études longues et difficiles. L'architecte est toujours un artiste, mais doublé d'un archéologue et d'un savant; les méthodes de construction ont dépouillé ce qu'elles avaient d'empirique, pour puiser dans les principes rationnels et scientifiques une puissance et une efficacité qui leur étaient inconnues.

Pour contenir une faible partie des traités spéciaux qui forment le fond de son érudition technique, la bibliothèque de l'architecte prend des proportions considérables, et les recherches à travers ces amas de documents ne laissent pas d'être pénibles et laborieuses.

« Il existe, dit M. Planat, dans sa préface, il existe à l'étranger, de vastes *compendiums*, où ont été résumées et condensées ces connaissances, de telle manière que le lecteur trouve réunis sous sa main, en un seul ouvrage, les principaux documents dont il a besoin, sans être forcé d'aller les rechercher dans les innombrables volumes où ils sont épars. Chez nous, des tentatives analogues ont été faites sous une forme un peu différente. A côté du dictionnaire, devenu classique, de Viollet-le-Duc, œuvre considérable et de la plus haute valeur, qui dans ses dix volumes ne comprend encore que l'architecture française du XII^e au XV^e siècle, ont été publiés d'autres dictionnaires de moindre portée, destinés à donner la définition de tous les termes employés dans la construction, avec exemples à l'appui. » Tout autre est le but poursuivi par l'Encyclopédie nouvelle, qui, éliminant de parti pris tous les mots secondaires, ne conserve que les termes importants, « comprenant tout un ensemble de faits ou de connaissances, qu'il est facile de grouper en articles d'une plus grande étendue, formant dès lors une véritable leçon sur le sujet à traiter... » Voilà tout le programme, et il a été suivi avec un rare bonheur. Un ouvrage aussi considérable ne pouvait être l'œuvre d'un seul homme, mais M. Planat a su s'entourer de collaborateurs éminents. Chaque article est, pour ainsi dire, l'œuvre d'un spécialiste, absolument désigné, par ses travaux antérieurs, pour traiter avec autorité un sujet dont il est déjà maître. Aussi peut-on citer quelques-uns des articles déjà parus, comme des merveilles de clarté et de précision. Les différentes parties du mot *Architecture*, forment à elles seules une véritable encyclopédie. La division par régions géographiques a permis de demander les diverses notices à des architectes de chaque pays: le lecteur appréciera certainement la sûreté d'informations que procure cette méthode. L'archéologie est traitée également de main de maître, et l'art plus sévère de la construction a été l'objet d'autant de soins que la partie plus artistique dont il est l'auxiliaire indispensable à lire, par exemple, l'article très très complet du mot *Ascenseur*, et tant d'autres.

Nous sommes convaincu que cet excellent ouvrage vient à son heure et comble une importante lacune. Il est appelé à rendre de réels services aux hommes du métier qui y puiseront à pleines mains. C'est en même temps une publication très artistique et magnifiquement illustrée, que les amateurs de beaux livres seront heureux de posséder.

CLAUDE MANCEAU.

Pour tous les articles non signés :
Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc

SOMMAIRE. — **Constructions navales** : Le cuirassé anglais *Victoria*, p. 209 ; E. LISBONNE. — **Travaux publics** : Mise en place de la poutre centrale du pont du Forth (*planche XXIII*), p. 211 ; G.-A. RENEL ; — Reprise en sous-œuvre de l'Hôtel de Ville de Yarmouth (*planche XXIV*), p. 213 ; G. RICHOU. — **Variétés** : Revue des organes techniques anglais, p. 213 ; G. FLOREN. — **Agriculture** : Progrès de l'industrie de la laiterie en France, p. 215 ; R. LEZÉ. — **Statistique** : Les grèves. Renseignements statistiques, p. 216 ; DANIEL BELLET. — **Informations** : Chronique parlementaire, p. 218. — Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie, p. 218. — Conseil supérieur de l'agriculture, p. 218.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889 : Compagnie de Fives-Lille, p. 219 ; G. RICHOU. — La Grèce à l'Exposition universelle de 1889, p. 227 ; R. GENTILINI. — Le matériel de l'industrie textile à l'Exposition (*suite*), p. 228 ; ALFRED RENOARD. — Les freins continus pneumatiques à l'Exposition universelle de 1889 (*suite*), p. 230 ; G. LESOURD. SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séance du 22 novembre 1889, p. 232. — Académie des Sciences, séance du 18 novembre 1889, p. 232 ; G. PETIT. — Société d'encouragement pour l'industrie nationale, séance du 8 novembre 1889, p. 232. BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 232.

Planche XXIII : Pont sur le Forth. — *Planche XXIV* : Reprise en sous-œuvre de l'Hôtel de Ville de Yarmouth.

CONSTRUCTIONS NAVALES

LE CUIRASSÉ ANGLAIS "VICTORIA"

Le *Victoria* et le *Sans-Pareil*, construits sur les mêmes plans par Sir Nathaniel Barnaby, sont classés par l'amirauté anglaise sous la rubrique de *turret ships*, c'est-à-dire navires à tourelles fermées ; ils ont été donnés par adjudication à l'industrie privée. Le *Victoria* a été adjugé à la maison Armstrong, Mitchell and Co, au prix de 14 431 475 francs ; et le *Sans-Pareil*, aux Thames Iron Works, au prix

Pareil. L'amirauté prévoit, comme travail complémentaire à faire dans les arsenaux, une dépense de 982 500 francs sur chacun d'eux. En sorte que les prix de revient de ces deux cuirassés seront, non compris les canons, de 18 767 875 francs pour le *Victoria*, et de 18 628 800 pour le *Sans-Pareil*. L'artillerie coûtera pour chacun d'eux environ 1 759 750 francs ; de sorte que le prix total dépasse 20 millions.

Nous allons maintenant décrire le *Victoria*, qui s'appelait primitivement le *Renown*. Il a été commencé en avril ou mai 1885, et a été mis à l'eau le 9 avril 1888, trois ans après la mise en chantier, presque jour pour jour. Il a dû être mis à l'eau avec la machine à

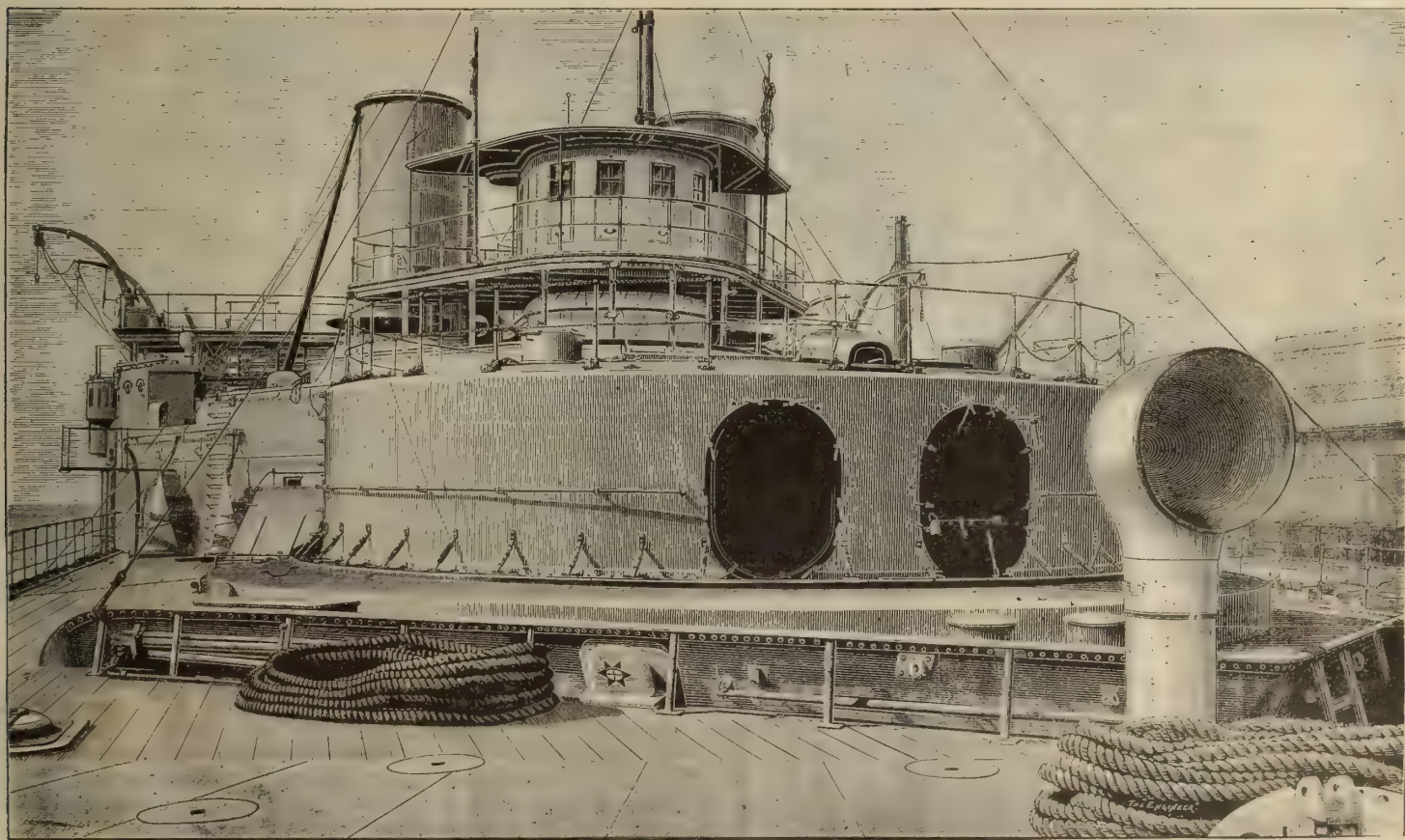


FIG. 1. — Cuirassé anglais *Victoria*. — Vue de la tour mobile, prise du gaillard d'avant.

de 14 292 100 francs. Les machines motrices et l'appareil évaporatoire ont été concédés, pour les deux navires, à MM. Humphreys, Tennant and Co ; pour le *Victoria*, le prix a été de 2 475 000 francs, et pour le *Sans-Pareil*, il a été un peu plus faible : 2 425 000 francs. Ces divers prix ont été ensuite majorés, tant pour la coque que pour les machines, probablement par des modifications apportées aux plans primitifs. L'installation des torpilles a été réduite d'environ 200 000 francs ; sur les affûts et accessoires de canons, il y a eu aussi une légère réduction ; mais sur la coque il y a eu une augmentation considérable, soit environ 750 000 francs. En résumé, les prix concédés à la maison Armstrong sont de 14 959 975 francs, et aux Thames Iron Works, de 14 870 850 francs. Les prix des appareils moteurs sont devenus : 2 125 450 francs pour le *Victoria*, et 2 775 450 francs pour le *Sans-*

bord, car deux mois après, le 12 juin, on procédait aux essais de la machine.

Dans l'origine, les dimensions principales étaient ainsi établies :

Longueur entre perpendiculaires	103 ^m 63
Longueur totale	109 ^m 73
Largeur extrême	21 ^m 34
Tirant d'eau avant	7 ^m 40
— arrière	8 ^m 30
— moyen	7 ^m 85
Déplacement correspondant	10 470 tonneaux.

Or, lors des essais faits au mois de juin 1888, les journaux qui en ont rendu compte, nous ont appris qu'on avait mis le navire à son tirant d'eau normal, tant par du lest métallique que par du lest

liquide, et qu'on avait à l'avant 8^m001, à l'arrière 8^m305, soit pour le tirant d'eau moyen 8^m153, c'est-à-dire 30 centimètres de plus que le tirant d'eau moyen du tableau ci-dessus. A ce tirant d'eau correspondait un déplacement estimé, par les mêmes journaux, à 10670 tonnes. L'*Engineering* du 22 novembre dernier, dans sa monographie des ateliers et chantiers d'Elswick, accuse un tirant d'eau moyen de 8^m23 et un déplacement de 10700 tonnes.

L'armement consiste en deux canons de 110 tonnes, du calibre de 41^{cm} 1/4, un canon de 29 tonnes du calibre de 25 centimètres, 12 canons de 15 centimètres, 12 canons à tir rapide de 6 livres (57 millimètres); 9 canons à tir rapide de 3 livres (47 millimètres), et divers postes pour lancement de torpilles.

Les deux canons de 110 tonnes sont placés dans une tour fermée, mobile, située à l'avant (fig. 1, 2, 3 et 4); elle est protégée par des plaques de 43 centimètres, dans sa partie supérieure, et elle est entourée à sa partie inférieure par un réduit en forme de poire, qui protège la base de la tour et le monte-charges. Ce réduit est cuirassé à 46 centimètres et descend jusqu'au pont cuirassé. A l'origine, la partie supérieure devait avoir 46 centimètres et la partie inférieure 40 centimètres; c'est le réduit qui aujourd'hui est le plus fortement blindé. L'un et l'autre s'appuient sur un matelas en teak.

L'arrière de ce réduit se termine en forme de glacis. Immédiatement à l'arrière de la tour, vient la tour de commandement ou blockhaus qui est surmontée d'un kiosque (fig. 1). Le pont à l'avant de la tour est complètement dégagé, pour que rien ne gêne le champ de tir des deux gros canons jumeaux, qui est de 135° de chaque bord, soit 270° en tout. Ce champ de tir, auquel il manque 45° de chaque bord pour

descendre au-dessous de l'eau à 1^m53; la surcharge modifiera cette proportion. L'épaisseur de cette ceinture de forme trapézoïdale, est de 46 centimètres à la flottaison. Sur toute la longueur qu'elle occupe, elle est complétée par un pont cuirassé horizontal à la hauteur de son can supérieur, de 76 millimètres d'épaisseur, et par des traverses blindées de même épaisseur qui ferment cette citadelle. En avant et en arrière, règne un autre pont cuirassé en contre-bas de la ceinture, aboutissant vers l'avant à la pointe de l'éperon, et protégeant à l'arrière le gouvernail. Au-dessus de la ceinture, jusqu'au pont supérieur, les soutes à charbon procurent une certaine défense verticale contre les projectiles.

Les gros canons sont manœuvrés par un seul homme au moyen d'engins hydrauliques. Le mouvement de la tour est obtenu par le même moyen. Les poignées au moyen desquelles ce mouvement est effectué, sont situées aux postes de visée; l'officier qui les actionne pour pointer les canons, peut le faire sans cesser un seul instant de viser. Il y a dans la tour trois postes de pointage, un pour chaque canon, et un autre commun aux deux. Le feu est mis à la pièce par l'électricité; les dispositions sont telles, que le courant ne puisse être établi que quand la culasse est complètement fermée (1).

Les projectiles de rupture de ces gros canons pèsent 816 kilogr.; la charge est de 435 kilogr.; la vitesse initiale est évaluée à 670 mètres.

Le canon de 29 tonnes est monté sur affût à pivot central, et entouré par un masque qui tourne avec lui. En arrière de ce masque, à la position de chargement, il y a un second abri pour le chargeur et pour les hommes qui reçoivent d'en bas, par le monte-charge, les munitions en poudre et en projectiles.

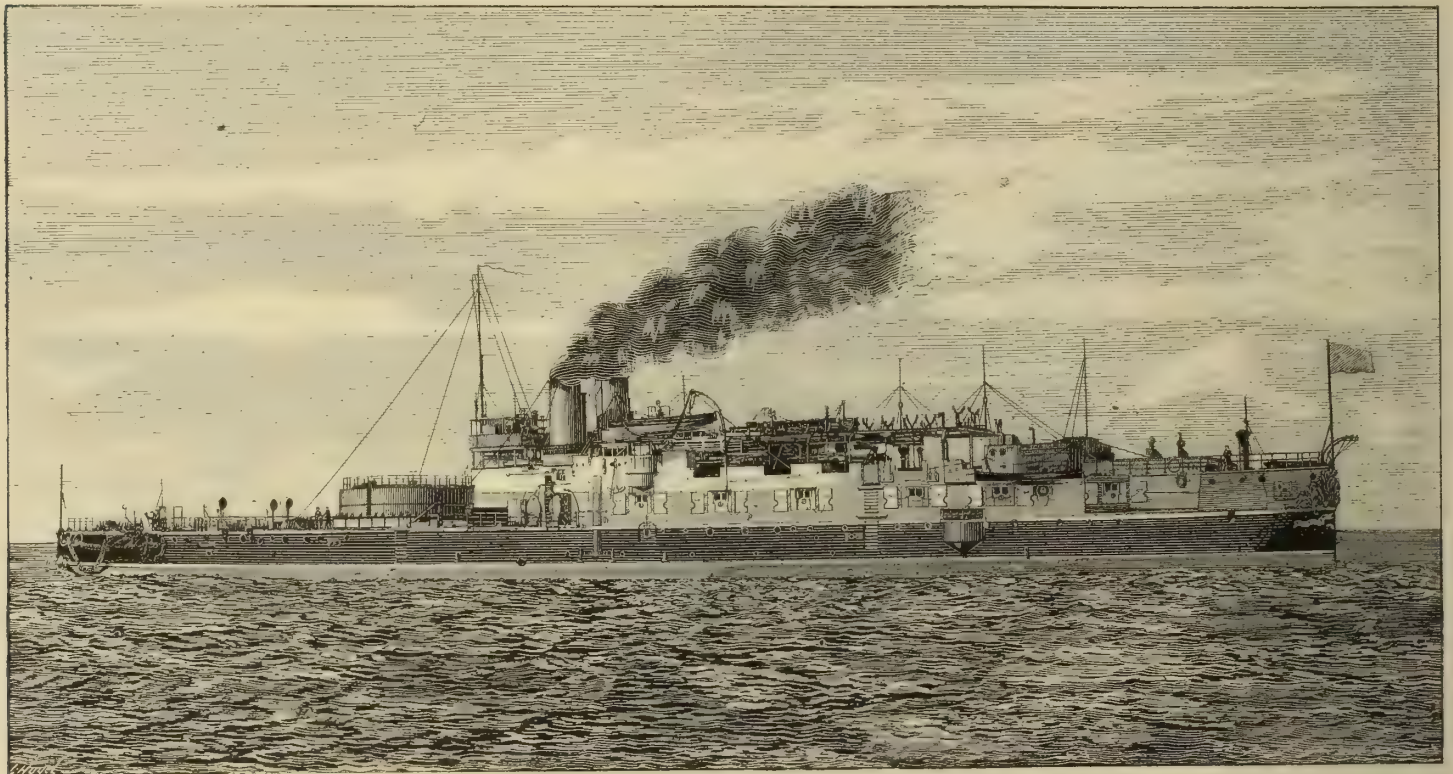


FIG. 2. — Vue du cuirassé *Victoria*, de la marine anglaise.

faire le tour de l'horizon, est limité en arrière par deux murailles inclinées à 45° sur l'axe du navire, et qui viennent se raccorder avec les murailles, protégeant au-dessus du pont supérieur la batterie des 12 canons de 15 centimètres; ces murailles inclinées sont blindées à 15 centimètres, le reste de la batterie n'est protégé que par 75 millimètres d'épaisseur. Cette batterie est divisée en deux parties par une cloison transversale, blindée à 75 millimètres; chaque partie renferme six canons, trois de chaque bord. Depuis le blockhaus jusqu'à l'arrière, le pont supérieur est recouvert par un spardeck sur lequel sont les canons à tir rapide, et le canon de 29 tonnes disposé pour le tir en retraite.

Quand on examine la figure 2, donnant la vue longitudinale du navire, on ne peut tout d'abord se défendre contre l'illusion qui ferait prendre l'avant pour l'arrière et *vice versa*, à cause du franc bord beaucoup plus haut à l'arrière qu'à l'avant. Il faut bien dire qu'un franc bord aussi bas à l'avant, dont la raison d'être est le champ de tir des gros canons, constitue une mauvaise condition de navigation. Par vent debout, la mer monterait sur le pont et rendrait le service des canons extrêmement difficile et la navigation fort dure. La flottaison est protégée par une ceinture blindée; elle devait avoir 49 mètres de longueur, soit bien près de la moitié de la longueur.

D'après l'*Engineering* du 22 novembre dernier, elle n'aurait que le tiers, ou 36 mètres de longueur. Elle devait émerger de 0^m76, et

Les engins hydrauliques servent aussi pour plusieurs autres mouvements, tels que servo-moteurs, monte-charges, ascenseurs, monte-escarilles, cabestans, etc.

Les machines, composées de deux groupes actionnant chacun une hélice, sont à triple expansion et à pilon. D'après le cahier des charges, elles doivent développer 7500 chevaux au tirage naturel et 12 000 chevaux au tirage forcé. Les cylindres ont pour diamètres respectifs 1^m092, 1^m575 et 2^m438, avec une course de piston de 1^m295. La vapeur est fournie aux machines principales par huit chaudières à double façade et à 4 foyers, travaillant à 9^k50 de pression, et réparties dans quatre chambres de chauffe; elles sont en acier.

Les essais ont commencé le 12 juin avec les chambres de chauffe ouvertes; on a fait quatre parcours d'une heure chacun. Ils ont donné les résultats suivants :

Pression aux chaudières	9 ^k 230
Vide aux condenseurs	0,70 et 0.68
Nombre de tours moyen	87.9
Nombre de chevaux indiqués	8 018
Vitesse moyenne	16 nœuds

(4) Ces canons de 110 tonnes ont donné de mauvais résultats, d'après l'*Engineering* du 22 novembre dernier.

PONT SUR LE FORTH.

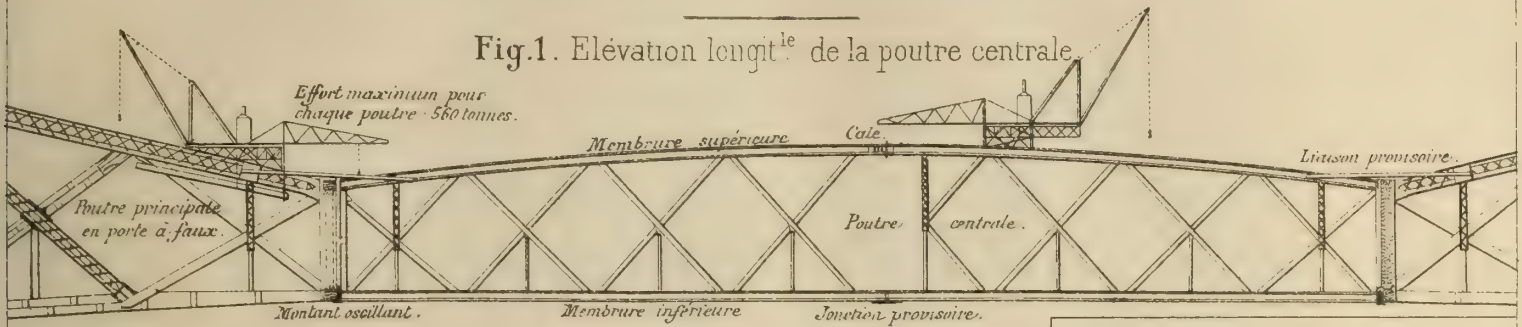
Fig.1. Elévation longit^{le} de la poutre centrale.

Fig.3. Coupe transversale de la poutre centrale

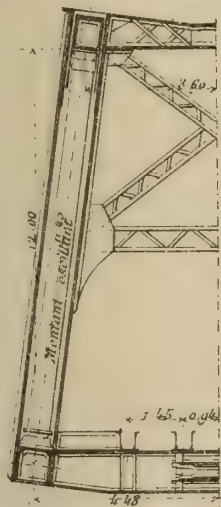


Fig.2. Mode de jonction de la poutre centrale aux poutres principales

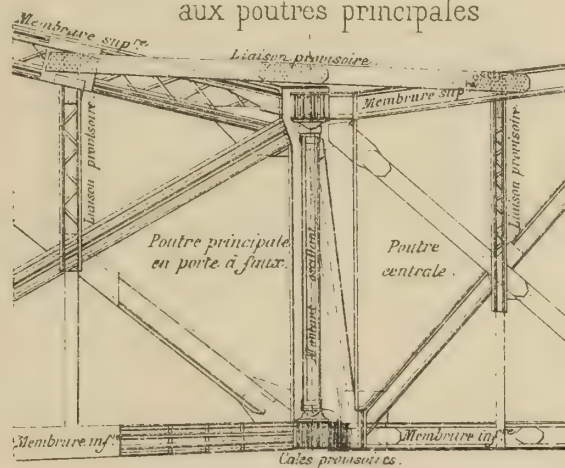


Fig.9. Dispositions provisoires pour faire le joint des poutres centrales.

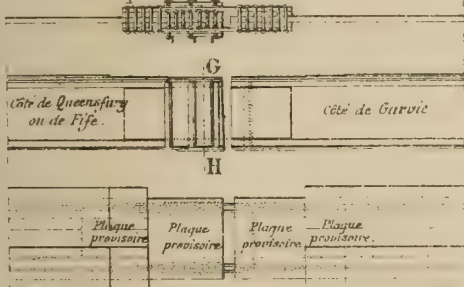
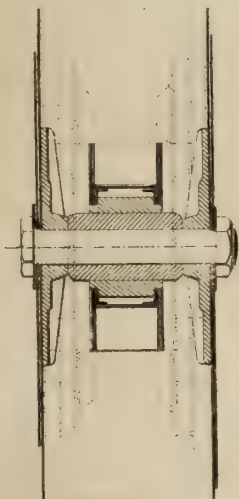
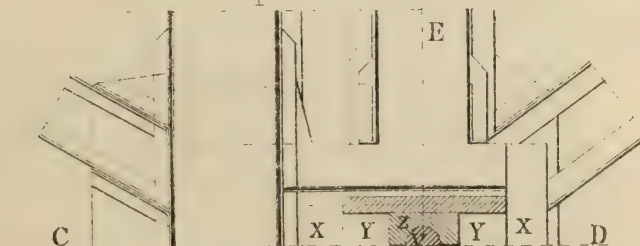
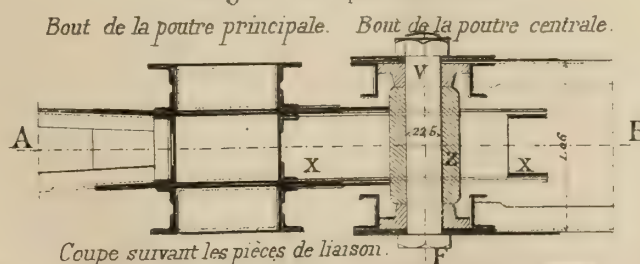
Fig.10. Coupe s^t GH.Fig.6. Coupe suiv^t EF.Fig.4. Détails de la jonction de la poutre centrale
Coupe suivant AB.

Fig.5. Coupe suivant CD.

Diagrammes du mouvement
De l'extrémité libre de la poutre sud de Queensferry
sous l'influence de la température.

Echelle : Demi-Grandeur.

Fig.11.

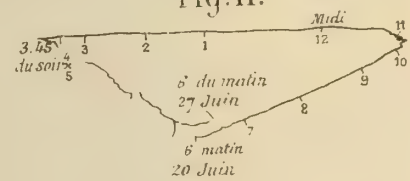


Fig.12.

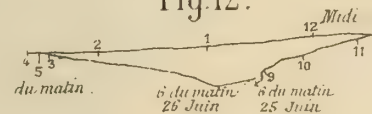


Fig.13.

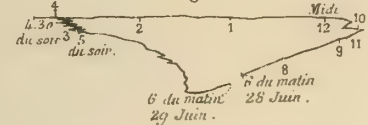


Fig.14.

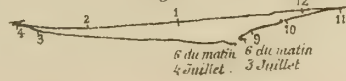


Fig.15.



Fig.16.

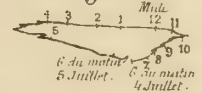


Fig.7. Plaques de fondations

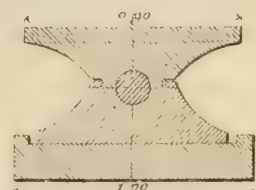
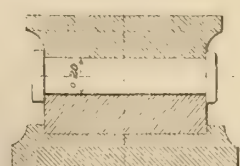


Fig.8.



Le surlendemain, on a procédé aux essais avec tirage forcé en route libre. On a mis le navire à son tirant d'eau en charge prévu, en ajoutant des poids. Les tirants d'eau à l'avant et à l'arrière étaient 8,001 et 8,305, ce qui donne pour le tirant d'eau moyen 8^m 153. Les ventilateurs faisaient 450 tours et donnaient une pression équivalente

Nous rappelons que, d'après M. White, pour tenir compte de ce que les essais sont toujours faits dans les circonstances les plus favorables, on ne doit compter en service que sur les deux tiers de la puissance développée aux essais. Et comme les vitesses sont proportionnelles à la racine cubique du nombre de chevaux développés, la vitesse doit

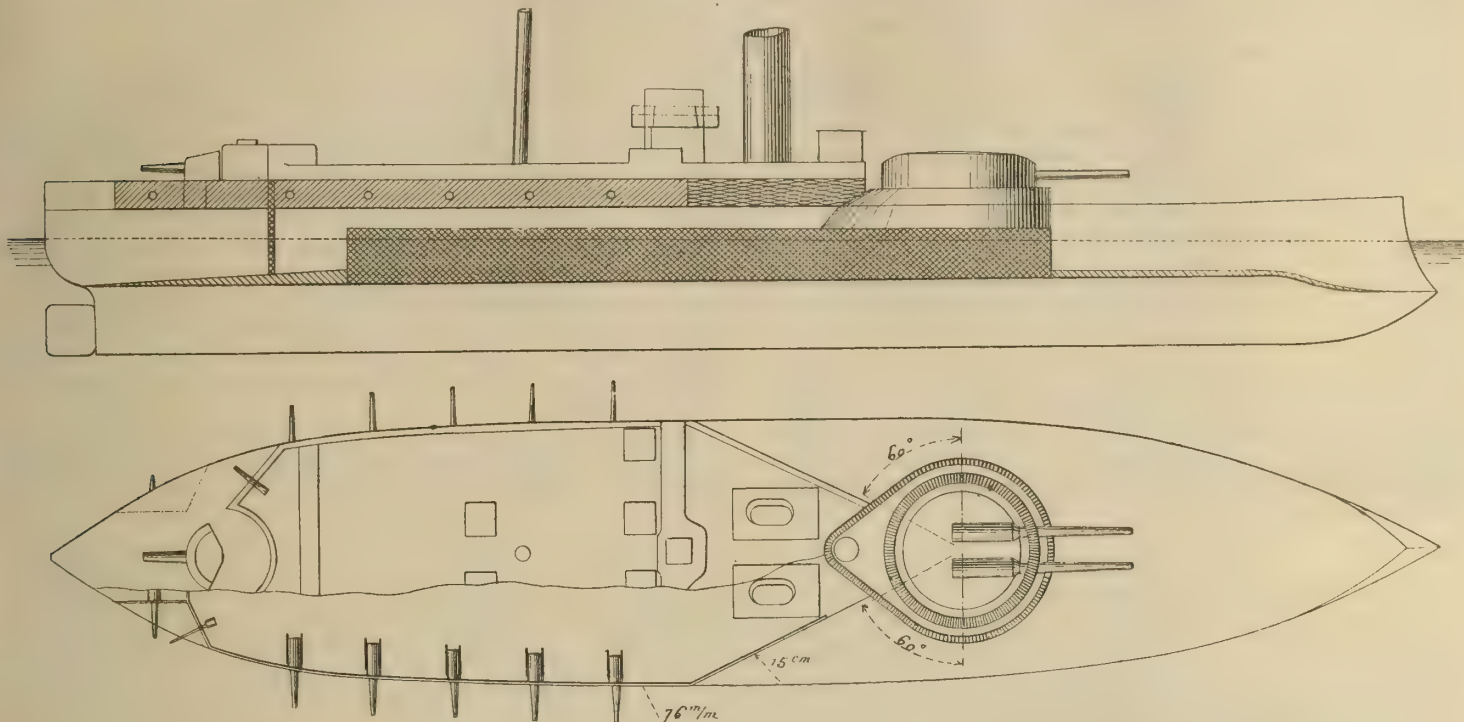


Fig. 3 et 4. — Cuirassé anglais *Victoria*. — Coupe longitudinale et plans de la batterie et des gaillards.

à 5 centimètres d'eau. L'essai a duré quatre heures et a donné les résultats ci-après :

Nombre de tours moyen	100.80
Nombre de chevaux développés	14.244.54
Pression moyenne aux chaudières	9 ^m 40
Vide aux condenseurs	0 ^m 696 et 0 ^m 686

La consommation de charbon a été de 907 grammes par heure et par cheval. La moyenne des vitesses a été de 17 ¹/₄ nœuds.

Cette vitesse et celle au tirage naturel ont été mesurées par des locks. Il n'a pas été fait d'essai au mille mesuré.

être réduite dans le rapport de 1 à 0,87, 0,87 étant la racine cubique de ²/₃. On pourrait donc compter pour le *Victoria* sur une vitesse de 15,2 nœuds, à supposer que la vitesse accusée par les locks soit exacte.

On peut remarquer qu'avec 100 tours, au tirage forcé, les pistons, dont la course est de 1^m 295, ont une vitesse de 4^m 30 par seconde. Les Anglais ne reculent pas devant ces grandes vitesses de pistons. Une vitesse de 4^m 30 correspond à un peu plus de 15 kilomètres à l'heure ; c'est à peu près la moitié de la vitesse du navire.

E. LISBONNE,

Directeur des constructions navales, en retraite.

TRAVAUX PUBLICS

MISE EN PLACE DE LA POUTRE CENTRALE DU PONT DU FORTH

(Planche XXIII.)

La mise en place de la poutre centrale du pont du Forth, qui joint les deux poutres en porte-à-faux ou *cantilevers* partant de Fife et de Queensferry, va être terminée prochainement, et les rives du golfe de Forth se trouveront ainsi réunies l'une à l'autre. Cette opération, au lieu d'être effectuée par le procédé de levage au moyen de presses hydrauliques employé généralement par les constructeurs anglais lorsqu'ils ne peuvent disposer de ponts de service, s'exécute avec le système usité principalement en Amérique pour les travaux de ce genre, c'est-à-dire le montage en porte-à-faux au moyen de grues établies sur les membrures supérieures des poutres en cours de montage. Nous empruntons les détails et les dessins qui suivent au journal *The Industries*.

Description de la poutre centrale et des moyens de jonction. — La poutre centrale se compose de deux poutres longitudinales réunies par des pièces transversales ou entretoises fixées elles-mêmes sur les membrures inférieures, et portant les traverses sur lesquelles reposent les voies.

Ce tablier est constitué par des tôles ondulées aussi bien dans les parties intermédiaires entre traverses que sur la voie pour piétons. Chacune des poutres principales (fig. 1 et 3) présente une membrure supérieure bombée, et se trouve inclinée par rapport à la verticale dans les mêmes conditions que les cantilevers. Leur longueur commune est de 105 mètres, leur hauteur au centre de 15^m 45, et aux extrémités de 12^m 05. Les membrures supérieure et inférieure sont caissonnées et constituées par des tôles de 0^m 90 de hauteur et d'épaisseur variable. Elles sont reliées entre elles par des tirants, des contre-fiches et des montants qui divisent la poutre en huit panneaux. Au

point de jonction des tirants et des contre-fiches se trouvent des montants secondaires, et c'est à leurs pieds ainsi qu'à ceux des montants principaux que les entretoises viennent se fixer sur les membrures. Chacune des trois principales poutres cantilevers est fixée par une de ses bases à l'une des quatre piles en maçonnerie qui la supportent. Les piles N.-E. à Queensferry et à Garvie, et la pile S.-E. à Fife remplissent ce rôle. La distance entre les deux premiers points est de 591 mètres, et entre Garvie et Fife de 513 mètres. Les poutres peuvent se dilater à leur extrémité libre d'une longueur maximum de 0^m 30. La jonction de la poutre centrale aux cantilevers se fait au moyen d'un long montant terminé par deux pivots sphériques susceptibles d'osciller dans des crapaudines ; ces montants transmettent le poids de la poutre centrale à la partie inférieure du cantilever. A une température moyenne de 10°, le montant prend une position verticale, et, suivant que la température augmente ou diminue, il s'incline et ramène la poutre centrale vers le cantilever ou l'en éloigne. Une patte massive horizontale X (fig. 5) part de la dernière entretoise du cantilever et enjambe la première de la poutre centrale. Cette patte porte une rainure Y à parois dressées, et dans laquelle se meut un bloc Z fixé par un boulon V de 0^m 225 de diamètre à l'entretoise avant du cantilever. Un dispositif analogue, quoique de dimensions un peu moindres, fonctionne entre les liaisons supérieures du cantilever et celles des membrures de la poutre centrale. Cet ensemble permet aux fers de se prêter aux changements de température, mais en réduisant le mouvement à s'opérer uniquement dans le sens longitudinal.

Il était également nécessaire de pourvoir au voilement qui pourrait se produire surtout en été, quand l'une des faces de la poutre centrale sera exposée aux rayons du soleil et l'autre à un vent plus ou moins froid. Dans ces conditions, les deux poutres qui la composent prendraient une courbure de même concavité, et l'axe de la poutre ne se trouverait plus dans le prolongement de ceux des cantilevers. La poutre centrale prendrait donc un mouvement de rotation dans un plan

horizontal autour du boulon qui la relie à la dernière entretoise du cantilever. Les joints sphériques des montants oscillants se prêtent à ce mouvement, et n'éprouvent aucun effet de torsion, comme cela se serait produit avec des connexions à bielles.

De plus, la surface de frottement du coussinet sphérique, qui a 0^m35 de diamètre, est beaucoup plus grande que celle qu'on aurait obtenue avec une bielle et un boulon de dimensions convenables. Pour les autres extrémités des poutres centrales, c'est-à-dire celles qui sont respectivement reliées aux cantilevers de Queensferry et de Fife, la connexion s'opère, comme l'indique la figure 4, par des plaques de fondation superposées, entre lesquelles se trouve un boulon en acier de 0^m20 de diamètre. Le mouvement de rotation des poutres centrales peut se produire, mais seulement dans un plan horizontal, et par le glissement des plaques de fondation inférieures sur des plaques en acier placées aux abouts des cantilevers. Ce mouvement est réglé par un dispositif analogue à celui qui a été décrit ci-dessus pour l'autre extrémité de la poutre, mais la patte qui part de la dernière entretoise du cantilever est établie de manière à ne permettre aucune translation dans le sens longitudinal.

Mise en place de la poutre centrale. — On commença par fixer sous les abouts des cantilevers des échafaudages assez forts pour qu'on y pût établir le montant extrême et la moitié du premier panneau de la poutre centrale. Comme ce montant se trouvait entouré sur trois côtés par les pièces du cantilever, il était nécessaire de construire ce demi-panneau un peu en avant de sa position définitive, puis de le

longueur n'a pas dépassé 36 heures de travail pour certains d'entre eux.

Dans quelques cas, on a commencé par établir la membrure supérieure, et on s'en est servi comme d'un point d'attache pour les palans qui permettaient de poser les entretoises, ce qui constituait en général la dernière opération de montage d'un demi-panneau.

Il reste actuellement à relier les deux moitiés de la poutre centrale; voici la méthode adoptée à cet effet: on fixera à l'aide de boulons, des couvre-joints G H de 0^m025 d'épaisseur (fig. 9) sur les ailes de chaque demi-poutre. A l'extérieur des âmes D seront disposées des tôles d'acier F de 0^m20 de largeur et de 0^m046 d'épaisseur, et à l'intérieur des mêmes pièces, trois tôles de même épaisseur. A l'extrémité de la poutre du côté de Garvie, les tôles portent des rainures de 0^m10 de long. Quand les membrures inférieures seront en position avec les bouts en présence disposés à 0^m10 d'intervalle à la température de 15°, on fera pendant trois jours des observations sur les effets que produiront respectivement la fermeture ou l'ouverture du joint, puis on calibrera les trous pratiqués dans les couvre-joints des poutres centrales du côté de Queensferry ou de Fife, au moment où la température atteindra son maximum; on percera ensuite les tôles d'après ces calibres et on les boulonnera entre les couvre-joints de ces poutres.

Ces préparatifs achevés, et la température maximum arrivée, on emploiera, en cas de besoin, la pression hydraulique pour concourir à la fermeture du joint, et on placera des boulons dans les trous préparés pour eux. Cette opération forme le complément de celles né-

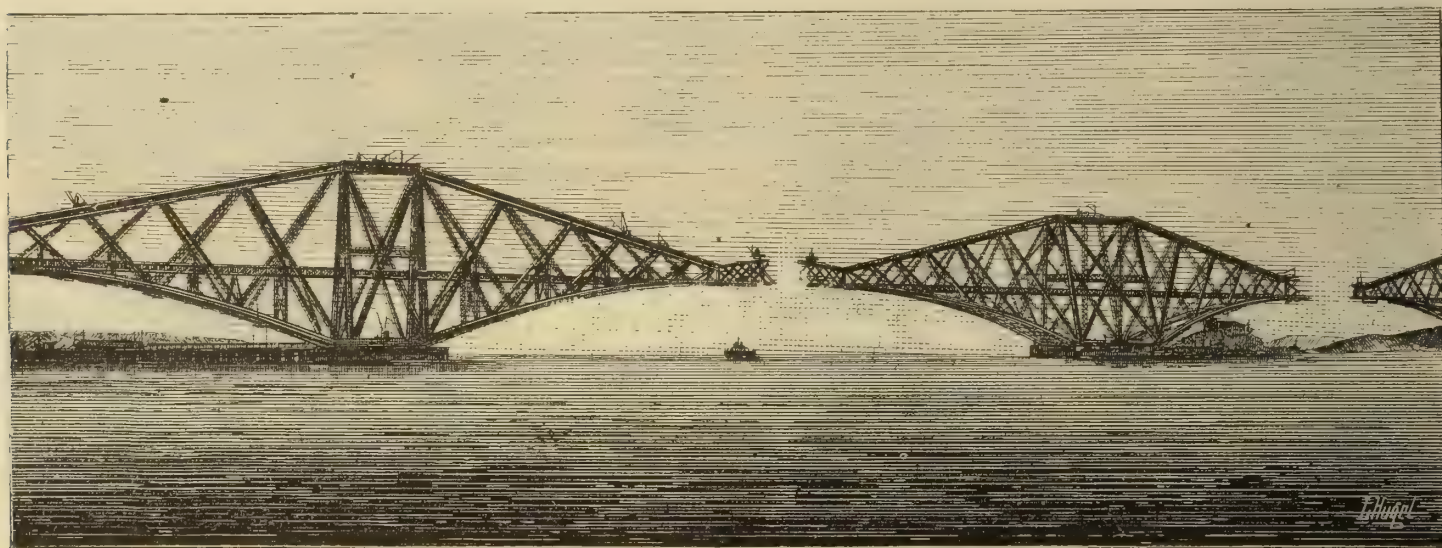


Fig. 4. — Vue du pont en construction sur le Forth (Écosse).

reporter en arrière jusqu'à ce qu'il s'appuyât soit sur le montant oscillant, soit sur les plaques de fondation, suivant celle des extrémités de la poutre centrale sur laquelle on opérait.

Aussitôt que les demi-panneaux eurent été construits et établis dans leur position définitive, on relia leurs membrures supérieures à celles des cantilevers, par des moises en fer constituées par trois fers plats de 15 mètres de longueur, 0^m65 de largeur et 0^m019 d'épaisseur. Chacune d'elles supportait un effort maximum de 280 tonnes. De même pour assurer la continuité des efforts de compression entre les membrures inférieures de la poutre centrale et celles des cantilevers, on interposait des cales en acier entre des pièces en acier dressées avec soin et fixées sur chacune des membrures en regard (fig. 3). Ces cales provisoires avaient 0^m91 de long, 0^m20 de large et une épaisseur variant de 0^m125 à 0^m031. L'effort maximum qu'elles pouvaient avoir à supporter, en tenant compte de la pression du vent, était de 500 tonnes environ.

Ces connexions provisoires achevées, on fit rouler sur les moises les grues qui avaient servi à construire les membrures supérieures des cantilevers, et on les fixa en position par des cales. On put alors rapidement procéder à la construction de chacun des panneaux, qui s'effectuait comme suit: on élevait d'abord l'entretoise centrale du panneau et on la maintenait en place par des grues spéciales roulant sur les files des rails extérieurs; puis on posait les tôles intérieures des membrures du bas et on y fixait les abouts des entretoises. Les tôles extérieures de ces mêmes membrures s'ajoutaient aux précédentes et on poussait les tirants et les contre-fiches jusqu'à leur intersection. On établissait alors le tirant vertical qui relie ce point à la membrure inférieure, et on continuait les tirants et les contre-fiches jusqu'à leur rencontre avec la membrure supérieure qui se posait sur eux tôle par tôle. Il n'y avait plus qu'à placer l'entretoise formant l'extrémité du panneau, à prolonger la membrure intérieure un peu au delà du joint, et à faire ce dernier, puis à faire les contre-ventements. La construction de chaque panneau de 12 mètres de

cessités par la jonction provisoire des deux demi-membrures inférieures de la poutre centrale, de manière à pouvoir résister convenablement à l'effort de tension de 480 tonnes qui s'exercera au centre de la poutre quand elle deviendra indépendante.

Comme la jonction doit s'exécuter au moment où la température maximum sera atteinte, la contraction de la superstructure entre les points fixes se sera produite, et le centre de la poutre se relèvera légèrement, de manière à soulager les cales interposées entre les membrures inférieures des cantilevers et celles de la poutre centrale, et à permettre de les retirer en employant, au besoin, la force hydraulique. Toutefois, on devra, auparavant, fermer l'intervalle de 0^m10 laissé entre les membrures supérieures de la poutre centrale. A cet effet on renforcera les âmes de ces membrures par des plaques latérales DD (fig. 9) sur lesquelles on posera d'autres plaques FF de 0,0125 d'épaisseur s'étendant au delà du joint et rivées sur les âmes de la poutre du côté de Garvie, mais non sur celles de l'autre poutre. Trois cornières verticales de 10 × 10 × 1,25, posées sur un plat de chaque côté, raidissent les extrémités des âmes, et les couvre-joints horizontaux GH raidissent également les ailes. Lorsqu'on arrivera à la température minimum et que l'on pourra enlever les cales des membrures inférieures, on en placera d'autres de 1^m05 de longueur, de 0^m05 de largeur et d'une épaisseur suffisante pour fermer l'intervalle laissé entre les membrures supérieures. L'enlèvement des premières cales et l'élévation de la température produiront sur ces membrures un effort de compression, en même temps qu'une tension sur celles du bas, et la jonction provisoire sera ainsi complétée. Il y aura ensuite à monter et à river les couvre-joints permanents sur les âmes des membrures inférieures et sur les ailes des membrures supérieures, et à fixer en même temps les extrémités libres des couvre-joints provisoires établis sur les âmes. Puis on enlèvera les couvre-joints provisoires établis sur les ailes des membrures inférieures et on les remplacera par des pièces définitives, et la jonction sera ainsi terminée.

REPRISE EN SOUS-ŒUVRE DE L'HÔTEL DE VILLE DE YARMOUTH
et relevage de la partie des murs ayant subi des tassements.

Fig. 1. Plan
Echelle de 1/200

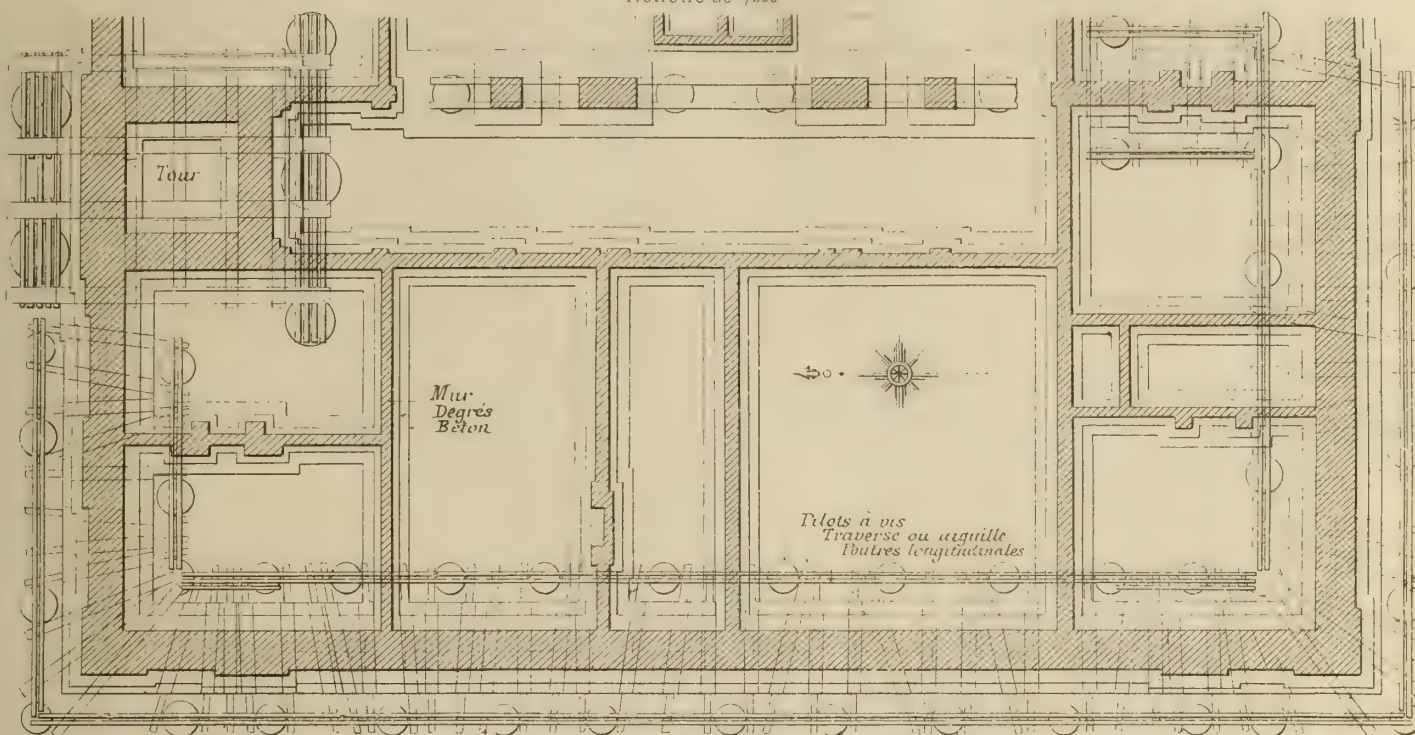


Fig. 2. Plan.

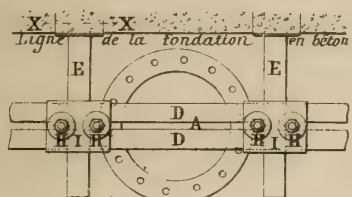


Fig. 4. Elevation latérale

Echelle de 1/25

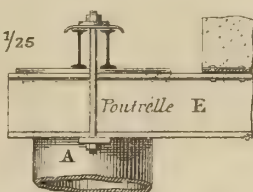


Fig. 6. Elevation du portail principal sous la tour.

Echelle de 1/100

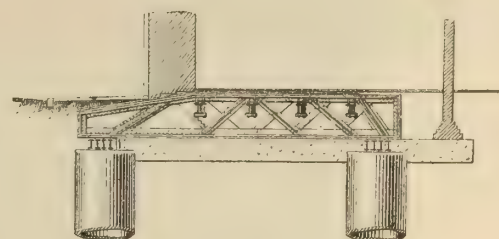


Fig. 3. Elevation

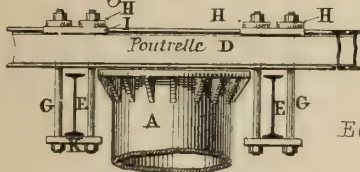


Fig. 5. Coupe suivant xx

Echelle de 1/25

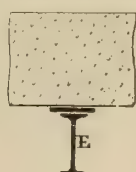


Fig. 7. Coupe.

Echelle de 1/100



Fig. 8. Elevation

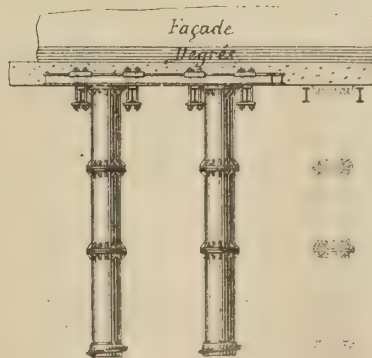
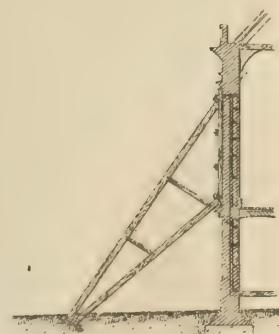


Fig. 9. Etais.

Echelle de 1/200.



S'il arrive, au début des opérations, que les extrémités des demi-poutres ne se présentent pas exactement en prolongement les unes des autres, il sera facile de les ajuster dans le sens horizontal en effectuant la traction nécessaire, et dans le sens vertical en chargeant les cantilevers.

Comme les jonctions provisoires auront été faites à la température minimum, le relèvement des poutres n'affectera pas dans une proportion trop grande les efforts exercés sur les membrures inférieures, et l'enlèvement des cales qui les reliaient aux cantilevers permettra au montant oscillant d'entrer en fonctionnement. Quant aux membrures supérieures, qui sont réunies aux cantilevers par de fortes moises, leur mouvement sera un peu moins libre, mais ces moises en fer plat se prêteront à un voilement latéral, et on pense que l'effort additionnel exercé par ces jonctions ne sera pas trop considérable.

Lorsque la poutre sud du cantilever de Queensferry a été fixée dans la chambre d'une des piles, on a fait un certain nombre d'observations sur les modifications apportées par la température dans le sens vertical et le sens transversal de cette poutre pendant que son autre extrémité restait libre. A cet effet, on avait fixé à sa membrure inférieure un madrier qui portait une feuille de papier. Une chaise en bois implantée dans la pile portait un crayon libre de se mouvoir uniquement dans le sens vertical. Quelques-uns des diagrammes obtenus sont retracés en demi-grandeur dans les figures 11 à 16. Les déplacements maxima observés correspondent aux journées du 21 et du 22 juin 1889: ils ont été de 13 centimètres dans le sens transversal et de 0^m0275 dans le sens longitudinal; la température avait oscillé pendant le même temps de 11[°],6 à 21[°],6.

G.-A. RENEL,
Ingénieur civil.

REPRISE EN SOUS-ŒUVRE DE L'HOTEL DE VILLE DE YARMOUTH

(Planche XXIV.)

Les bâtiments de l'Hôtel de Ville de Yarmouth, inaugurés en 1882, ont 40 mètres de longueur sur 32^m50 de profondeur et une hauteur de 15 mètres jusqu'à la corniche; au centre de la façade se trouve la tour portant l'horloge, avec 33 mètres de hauteur. L'ensemble pèse environ 5 000 tonnes et a été élevé partie sur l'emplacement de l'ancien Hôtel de Ville, partie sur des terrains adjacents.

Le sous-sol comprend une couche de 4^m50 à 4^m80 de terrains de rapport, supportés par une couche de 4^m80 à 5^m40 de vase molle, au-dessous de laquelle on atteint les sables et galets. La rivière Yare, avec son quai construit en bois, n'est qu'à 21 mètres de distance de la façade ouest.

La construction ne tarda pas à donner des signes de tassements inégaux, qui se produisaient principalement à l'époque des pluies ou des basses mers exceptionnelles; et, dans les premiers mois de 1886, on en arriva à ressentir de telles craintes pour la sécurité du bâtiment qu'on se décida à reprendre en sous-œuvre les parties les plus menacées. Le premier projet consistait à couler un bloc de béton sous les fondations existantes; mais l'impossibilité de faire des épaissements convenables dans les tranchées commencées à cet effet, sans mettre en danger la stabilité des murs, conduisit à l'abandonner. Il en fut de même d'une autre proposition qui consistait à élargir les fondations à l'aide de poutrelles en fer forgé passées dans la maçonnerie de briques et reposant sur des massifs en béton arasés au niveau du sol naturel.

En novembre 1886, la façade ouest qui borde la rivière avait tassé de 0^m31 à ses extrémités et de 0^m20 en son milieu, par rapport à la façade est, et les murs nord et sud commençaient à présenter des fissures. De plus, le bâtiment s'inclinait vers la rivière. Le conseil municipal décida en conséquence de démolir le mur de la façade ouest pour le reconstruire sur des fondations plus stables.

C'est à ce moment que MM. Duckham et Teasdel proposèrent de reprendre en sous-œuvre le mur ouest, de manière à éviter tout tassement ultérieur, et à relever en même temps les parties qui avaient subi les tassements les plus forts au niveau de celles qui avaient le moins tassé. Ils offraient également de renforcer et de réparer les murs. L'évaluation de la dépense pour ces travaux était moitié moindre de celle qu'auraient exigée la démolition et la reconstruction, et la durée d'exécution ne devait pas dépasser le tiers du temps qu'il aurait fallu leur consacrer. Le Conseil municipal donna son approbation au nouveau projet, et traita à forfait avec ses auteurs pour un prix total de 207 000 francs. Nous allons décrire ce travail d'après un mémoire sur ce sujet, communiqué à la Société des Ingénieurs civils de Londres et publié par elle.

Les conditions principales de l'opération peuvent se résumer comme suit :

1^o On commença par enfoncer jusqu'à une profondeur de 1 mètre dans la couche de sable et de gravier, des piles en fonte espacées de 2^m70 d'axe en axe de chaque côté des murs menacés (fig. 1). Ces piles portaient à leur base une spirale d'hélice à pas de 0^m150 et de 0^m30 de largeur; elles avaient 6^m90 de hauteur et 32 millimètres d'épais-

seur, et on avait prévu des diamètres variant de 0^m60 à 0^m75, suivant qu'elles avaient à supporter des parties de mur pesant 35 ou 50 tonnes. Une fois en place, on excavait la vase qui les remplissait, et on la remplaçait par du béton. Toutefois, comme on craignait que les eaux d'infiltration ne vinssent à attaquer la fonte, on porta, dans la pratique, les diamètres de 0^m75 à 0^m90, afin que si elle venait à se détériorer, les piles de béton fussent suffisantes pour supporter à elles seules le poids qui reposait sur l'ensemble;

2^o On disposa sur ces piles des poutrelles métalliques longitudinales D (fig. 1, 3 et 7) parallèles aux murs et distantes entre elles de 0^m06;

3^o On passa sous la fondation primitive en béton d'autres poutrelles E en fer forgé, de 4^m25 à 4^m80 de longueur (fig. 1, 2, 3, 4 et 7). Ces poutrelles avaient 0^m40 de hauteur et 0^m15 de largeur d'ailes; on leur ajoutait une semelle supérieure de 0^m30 de largeur et d'une longueur égale à la largeur de la fondation en béton; leur écartement était de 0^m90. Elles étaient, à chacune de leurs extrémités, suspendues sur les poutrelles D par un étrier formé de deux boulons G, G, d'une plaque inférieure K et d'une plaque supérieure I à recouvrements pour embrasser les ailes des poutrelles D. La plaque I recevait deux rondelles de serrage H, H en fer forgé. Les boulons avaient 0^m03 de diamètre.

La tour, qui pèse 700 tonnes, et dont la base a 6 mètres de côté, a exigé des précautions plus grandes. On a employé cinq piles, deux de 1^m35 et trois de 1^m50 de diamètre. Les murs est et ouest de la tour, qui ne présentaient pas d'ouvertures au rez-de-chaussée, ont été renforcés sur leurs deux faces par des poitrails en treillis établis au-dessous du niveau du plancher du rez-de-chaussée (fig. 1, 6 et 7). On passa ensuite des poutrelles E sous les murs et on les suspendit à chacune de leurs extrémités sur la semelle supérieure des poitrails à l'aide d'étriers formés de quatre boulons de 0^m03 de diamètre. Les poitrails reposaient eux-mêmes sur les têtes des piles à l'aide d'une série de fers à T.

Il va sans dire que les murs extérieurs avaient été préalablement étayés avec soin, comme l'indique la figure 9.

Ce système permettait, grâce à l'emploi des poutrelles E, de reporter tout le poids des murs et de la tour sur les piles, et de permettre en graduant le serrage des boulons d'étriers, de relever les parties qui avaient subi le plus de tassement.

La première pile fut foncée à la fin de mai 1887. Le travail s'est poursuivi sans incident, et lorsque l'ensemble des murs et de la tour est venu reposer complètement sur ses nouveaux supports, on a creusé au-dessous et de chaque côté de l'ancienne fondation, une tranchée dont le fond était légèrement inférieur au niveau de la membrure basse des fers, puis on y a coulé un massif de béton de ciment, enveloppant la partie inférieure des piles, ainsi que toute l'armature qu'elles supportaient. On n'a plus eu alors qu'à remplacer les parties endommagées des murs, et à remettre les planchers. L'opération du relevage a été conduite avec assez de régularité pour ne pas nécessiter de réparations au plafond caissonné de la grande salle du Conseil.

Le travail a duré 12 mois, et les dépenses sont demeurées inférieures à la somme de 207 000 francs, qui avait, comme nous l'avons dit, été fixée à forfait.

G. RICHOU,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

VARIÉTÉS

REVUE DES ORGANES TECHNIQUES ANGLAIS

Chemins de fer. — Le Rapport général du *Board of Trade* sur les accidents de chemins de fer de l'année dernière donne quelques statistiques intéressantes sur l'usage que l'on fait actuellement du Block-system et des appareils à enclenchement sur les diverses lignes de chemins de fer du Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et d'Irlande.

La proportion des lignes à voie simple ou double, où le block est en vigueur, est de 93 % en Angleterre, de 82 % en Ecosse, et de 21 % en Irlande. Celle des lignes à double voie est de 97 % en Angleterre, 99 % en Ecosse et 31 % en Irlande, ce qui donne un total de 94 % pour le Royaume-Uni.

La proportion d'appareils à enclenchement pour les leviers d'aiguilles et de signaux visuels est de 93 % en Angleterre, 82 % en Ecosse et 59 % en Irlande, donnant un total de 90 % pour le Royaume-Uni.

Le nombre des voitures munies de freins continus était de 40 874 sur un total de 53 126; mais seulement 30 089 d'entre elles remplissaient toutes les conditions établies par le *Board of Trade*. Les seuls freins qui satisfassent à ces conditions, sont le frein Westinghouse automatique et le frein automatique à l'air raréfié. Sur les lignes anglaises, 38,5 % des voitures sont munies du dernier et 22 % du premier. Quant aux locomotives, il y en avait 4 548 qui n'étaient pas munies de freins continus, mais dans ce nombre il y en avait 4 002 munies de freins à vapeur, manœuvrés en connexion avec les freins continus.

Le nouveau Bill, qui a été passé pendant la dernière session du Parlement (*New Regulation of Railways Bill*), détermine à nouveau les conditions que doit remplir désormais tout frein employé sur les lignes de chemins de fer. Il doit être instantané dans son action et, en cas de rupture d'attelage, s'appliquer automatiquement; il doit pouvoir être appliqué à toutes les voitures, pouvoir être manœuvré par le machiniste et le garde indifféremment, et pouvoir être régulièrement employé dans la pratique de tous les jours. Enfin, les matériaux qui entrent dans sa construction doivent être durables, et tout le mécanisme doit être d'un entretien facile et d'un fonctionnement régulier. Le nouveau Bill n'impose aux Compagnies aucun frein en particulier, mais il restreint singulièrement leur choix par l'énumération précise des qualités requises.

Quant aux frais d'établissement du frein continu automatique, l'*Engineer* les estime à 300 francs par voiture, et à 2 000 francs par locomotive, soit 6 250 francs pour un train complet. En étendant ces frais à tout le matériel roulant affecté au trafic des voyageurs sur une ligne un peu considérable, on arrive à une grosse somme. Ce n'est pas toutefois pour les grandes lignes que les nouvelles conditions constitueront une lourde charge : la plupart d'entre elles ont déjà adopté ces améliorations ou ont le capital à leur disposition; mais les petites lignes des Highlands d'Écosse, d'Irlande et du pays de Galles, auront bien de la peine à faire face à la nouvelle situation. Aussi le nouveau Bill autorise-t-il les Compagnies à augmenter leur capital en faisant une nouvelle émission d'actions de préférence.

Le nombre des accidents de trains a diminué de 168 en 1874, à 60 en 1885 et à 61 en 1888. En 1874, le nombre des voyageurs tués, sans qu'il y eût de leur faute, était de 1 sur 5 $\frac{1}{2}$ millions; l'année dernière, il n'était que de 1 sur 67 $\frac{1}{2}$ millions. En 1888, les lignes de chemins de fer offraient donc douze fois plus de sécurité à leurs voyageurs qu'en 1874.

Les chemins de fer dans l'Inde anglaise. — D'après l'*Engineering*, il y avait à la fin de l'année 1888-89 dans l'Inde anglaise 24 540 kilomètres de chemins de fer en exploitation. Pendant cette dernière année, l'accroissement total a été de 1350 kilomètres. C'est à peu près l'augmentation moyenne annuelle des 6 ou 7 dernières années. Il y a 1025 kilomètres en construction et 3 640 à l'état de projet. Comme la longueur totale du réseau dans le Royaume-Uni est de 39 500 kilomètres environ et ne s'accroît plus notablement, on peut prévoir l'époque relativement rapprochée où l'Inde aura plus de chemins de fer que l'Angleterre.

Au point de vue commercial, l'exploitation est un grand succès, malgré les centaines de kilomètres de lignes militaires et stratégiques qui furent construites sans qu'on espérât jamais réaliser un dividende. L'année dernière, le bénéfice net réalisé correspondait à un intérêt sur capital d'exploitation de 5,12 % si on y comprend le service des bateaux à vapeur, et de 5,32 % si on ne porte pas ce dernier en compte. Inutile de dire que la moyenne des dividendes des *Railways anglais* n'atteint pas ce chiffre.

Il est vrai que les conditions d'établissement et d'exploitation sont bien différentes. Les frais de premier établissement sont très modérés dans l'Inde : la moyenne pour tout le pays est de 187 000 francs le kilomètre; aux États-Unis, ces mêmes frais montent à 202 600 francs et dans le Royaume-Uni à 671 800 francs. Dans l'Inde, la vitesse des trains est peu considérable : même sur la ligne principale de Bombay à Calcutta, le train le plus rapide ne fait que 38 kilomètres à l'heure, arrêts compris, et il y en a d'autres qui ne dépassent pas 28 kilomètres. La main-d'œuvre indigène est très bon marché, et, d'après le rapport du colonel Conway-Gordon, les natifs du pays forment 95,78 % du total des employés. Enfin la houille elle-même, qui pendant de longues années devait être amenée d'Angleterre à un prix très élevé, est obtenue maintenant dans l'Inde, à un prix variable entre 3 francs et 8 fr. 50 la tonne; aussi a-t-elle remplacé la houille anglaise pour les deux tiers de la consommation. La découverte de puits de pétrole que l'on vient de faire sur la frontière Nord-Ouest, contribuera à réduire encore davantage le chiffre de dépenses attribué au combustible.

Vitesse des paquebots à vapeur transatlantiques. — Nous trouvons dans l'*Engineering*, les dernières cotes pour la vitesse toujours croissante des steamers transatlantiques. Celui qui triomphe de tous ses concurrents depuis quelque temps, est le steamer *City of Paris*, appartenant à l'*Inman* et *International Line*. De Sandyhook au point Roche, dans sa dernière traversée, il a mis 5 jours 22 heures et 57 minutes; en août dernier, il a fait la traversée en 5 jours 23 heures 38 minutes, et en mai, en 6 jours 29 minutes : on voit qu'il est en voie de progrès. Sa vitesse maximum a été de 21 nœuds à l'heure, mais la moyenne des vitesses pour les six traversées est de 20 nœuds, un résultat dont les constructeurs, MM. J. et G. Thomson, de Clydebank, ont tout lieu d'être fiers.

Viennent ensuite en seconde ligne le *Teutonic* et le *City of New-York*; ces deux steamers partent ordinairement le même jour, et c'est probablement ce qui a toujours fait croire à un *match*. Le *Teutonic* n'est parvenu qu'une fois à l'emporter sur son concurrent, en mettant 6 jours 6 heures et 29 minutes à faire la traversée (11 heures de

plus, soit dit en passant, que le *City of Paris*), ce qui correspond à une vitesse de 18 $\frac{1}{2}$ nœuds. Le minimum de temps employé par le *City of New-York* a été de 6 jours 3 heures et 18 minutes, ce qui correspond à une vitesse moyenne de 19 nœuds. Les partisans du *Teutonic* fondent de grandes espérances sur son cadet *Majestic*, qui doit bientôt être mis à la mer.

Mines. — *La lampe de sûreté Thornebury.* — Cette nouvelle lampe, d'après l'*Engineering*, paraît réaliser sur ses devancières des perfectionnements remarquables. Non seulement son pouvoir éclairant est notablement plus considérable, mais de plus elle réunit des conditions de sécurité que l'on n'a pas encore connues jusqu'à présent. D'après un rapport signé par sir Fred. Abel et M. le Prof. Dewar, la lampe a été essayée dans un courant de gaz explosif, animé de l'énorme vitesse de 15 mètres par seconde ou 900 mètres par minute.

Chaque fois, la lampe s'est éteinte quelques secondes seulement après que le courant eut été établi et sans que l'inflammation du mélange de gaz explosif à l'intérieur de la lampe eût d'autre effet que de l'éteindre.

La Commission des Mines a déclaré que de toutes les lampes soumises à son examen, celle-ci a le pouvoir éclairant le plus considérable. L'intensité lumineuse constante est de 1 à 1 $\frac{1}{2}$ bougies, tandis que celle des lampes ordinaires n'est que de 0,3 à 0,5 bougie. La lampe est alimentée avec de l'huile lourde de pétrole ayant un point d'inflammation très élevé (130° C.).

M. C. E. Rhodes, président du Midland Institute, a soumis la lampe à des essais pratiques dans les houillères de Sir John Brown et Co, à Rotherham, et a constaté qu'entre les mains des mineurs, elle donne des résultats très satisfaisants dans la pratique ordinaire du travail journalier.

Electricité. — *Traitement électrique des eaux d'égout.* — Les expériences que M. W. Webster a commencées à ce sujet il y a deux ans, et sur lesquelles le *Génie Civil* (1) a attiré l'attention dès l'année dernière, ont paru assez sérieuses pour occuper la *British Association*. On se rappelle que le traitement consiste à faire passer un courant électrique à travers les eaux d'égout, les deux électrodes étant en fonte de fer. Quelques secondes après que le circuit électrique a été fermé, les particules solides se rassemblent au sein du mélange aqueux en une masse floconneuse, qui ne tarde pas à gagner la surface, grâce aux bulles d'hydrogène qui se dégagent. Une fois que le liquide a passé dans les bassins de décantation, la masse solide perd l'hydrogène dont elle était gonflée et, après deux ou trois heures, elle tombe au fond du bassin.

Ces expériences ne sont pas seulement des expériences de laboratoire : depuis quinze mois, M. W. Webster les fait sur une vaste échelle, là même où les eaux d'égout de Londres viennent se jeter dans la Tamise, pour être entraînées un peu plus loin à la mer. Il y emploie deux machines à vapeur de 25 chevaux, qui actionnent des pompes et une dynamo Edison-Hopkinson, construite exprès par MM. Mather et Platt, et capable de fournir environ 1 600 ampères et 25 volts à 350 tours par minute. La pompe décharge les eaux dans un conduit ouvert de 130 mètres de long, dans lequel sont suspendues des plaques en fonte ou en tôle de 0^m 025 d'épaisseur. Le conduit est divisé en plusieurs sections, dans chacune desquelles toutes les plaques sont réunies en quantité; les sections elles-mêmes peuvent être réunies entre elles, soit en tension, soit en quantité. Pendant leur trajet à travers le canal, trajet qui dure environ dix minutes, toutes les particules du liquide viennent en contact avec les plaques et subissent l'influence du courant électrique. D'après l'*Electrician*, auquel nous empruntons ces détails, les représentants des journaux techniques, qui avaient été invités à venir voir fonctionner le système, ont été unanimes à déclarer que les résultats étaient en même temps très rapides et aussi très satisfaisants. M. Webster estime qu'avec une machine de 27 chevaux-vapeur, il pourrait traiter 45 000 mètres cubes de sewage en 24 heures. La consommation de fer ne dépasserait pas 30 grammes par mètre cube. Ces données fournissent une base de calcul pour estimer le prix de revient du système de purification.

Dans sa communication à la *British Association*, M. Webster a essayé de pénétrer le secret des réactions chimiques qui s'accomplissent dans cette électrolyse et qui ne sont encore qu'imparfaitement entrevues. Tout sewage, dit-il, contient une grande quantité de chlorures, surtout en temps de sécheresse, et, soit dit en passant, cette circonstance est favorable à augmenter la conductibilité électrique du liquide. Ces chlorures de sodium, de magnésium, etc., sont décomposés par le courant électrique dans leurs éléments constitutifs : au pôle positif se dégagent l'oxygène et le chlore, ce dernier naturellement se comportant dès lors comme désinfectant; au pôle négatif, se rassemblent les bases; quant au fer, il est finalement converti en oxyde ferreux. C'est un fait bien connu que les sels ferreux, et en particulier l'oxyde ferreux, ont la propriété de se combiner chimiquement avec les ma-

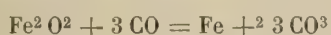
(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIII, n° 45, p. 237.

tières organiques en solution, quoique la formule chimique ne puisse pas encore, à l'heure actuelle, être énoncée.

Télégraphie militaire. — Dans une communication présentée dernièrement à l'*Aldershot Military Society*, le colonel Jelf, commandant du bataillon télégraphique des *Royal Engineers*, a étudié le *Télégraphe à la guerre* et l'usage qu'on peut en faire dans les opérations militaires. D'après le conférencier, les deux divisions du bataillon, aidées de leurs réserves, seraient en état de fournir 1260 kilomètres de ligne télégraphique; deux autres sections seraient prêtes à partir avec 320 autres kilomètres de ligne, quarante-huit heures après avoir reçu l'ordre de mobilisation. En temps ordinaire, chaque section ne transporte avec elle que 32 kilomètres, mais pour chacune d'entre elles, 128 kilomètres de ligne avec poteaux, appareils et ameublement de bureaux, etc., sont tenus en réserve à Woolwich, prêts à être embarqués pour le transport à la première injonction. Le colonel Jelf, en comparant les équipements télégraphiques des grandes puissances militaires de l'Europe, qu'il connaît, dit-il, pour les avoir vus, est d'avis que la Grande-Bretagne tient son rang plus qu'honorablement (holds more than its own).

Physique industrielle. — *Économie dans le chauffage des chaudières.* — Dans une conférence qu'il a faite récemment à l'Institution des Maîtres de forges et Aciéries de South Staffordshire, M. J. Bird a comparé le chauffage mécanique des chaudières au mode de chauffage ordinaire. Une longue série d'expériences faites dans la houillère de Wingate Grange, dans le Durham, établit que le premier procédé permet de réaliser une économie annuelle de 2065 francs environ par chaudière, lorsque le combustible est du menu charbon, et de 4265 francs, si le combustible est de la houille grasse. Le rendement obtenu d'une chaudière par le chauffage mécanique présente une augmentation de 33 %, dont 20 % au moins est dû à la mobilité des barreaux de la grille.

Métallurgie. — A la dernière réunion ordinaire de l'*Institution of Mechanical Engineers*, le Président, M. Ch. Cochrane, a présenté une étude comparative sur les avantages relatifs du calcaire et de la chaux, employés comme fondants pour la fabrication de la fonte dans les hauts fourneaux. L'auteur fait remarquer que la bonne marche de l'opération dépend en grande partie de ce que l'acide carbonique, une fois formé dans la partie inférieure du fourneau, ne vient plus en contact avec du coke incandescent; en effet, la réaction immédiate qui se produit à ce contact, est la conversion de l'acide carbonique en oxyde de carbone, avec les conséquences les plus fâcheuses au point de vue de l'utilisation de la chaleur. Quand on emploie le calcaire comme fondant, il y a deux sources d'acide carbonique: d'abord le carbonate de calcium ($\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$) abandonne celui qui entre dans sa composition et qui, nécessairement, se dégage au contact du coke incandescent, puisque la chaleur rouge seule peut séparer ce gaz du calcaire; ensuite, il y a l'acide carbonique mis en liberté par la réduction du minerai, lequel, s'il a été chauffé préalablement, de manière à être transformé en peroxyde de fer, subit la réaction suivante:



D'après les conditions de construction du fourneau et les appareils plus ou moins parfaits dont on dispose, une quantité plus ou moins considérable de cet acide de réduction sera également formée dans la région même de chaleur rouge, où l'acide carbonique se sépare du fondant. En employant donc de la chaux, c'est-à-dire du calcaire dont on a séparé préalablement l'acide carbonique, on évite la perte de chaleur que provoquerait, dans le cas contraire, la conversion immédiate de l'acide carbonique en oxyde de carbone.

M. Cochrane donne un tableau résumant des expériences qui ont été faites à Middlesborough, aux forges et usines d'Ormesby. Avec le calcaire comme fondant, la consommation de coke par tonne de fonte montait à 1 182 kilogr., et avec la chaux à 990, ce qui correspond à une consommation de carbone pur, dans le premier cas, de 1076 kilogr., et dans le dernier, de 886.

L'emploi du calcaire est nécessairement accompagné de la conversion de tout ou presque tout son acide carbonique en oxyde de carbone; de cette manière, l'activité de la réduction dans une région plus froide est augmentée ou prolongée, et en même temps cette région plus froide s'étend davantage vers la partie inférieure du fourneau, grâce à l'absorption de chaleur causée par la conversion de l'acide carbonique en oxyde de carbone. Avec la chaux, au contraire, le poids d'oxyde de carbone est relativement diminué et le volume total de gaz est moins considérable, à cause de la diminution notable dans la consommation du combustible. La période, pendant laquelle le minerai est soumis à l'action réductrice de ce moindre volume de gaz, dans la région plus froide du fourneau, est également plus courte, la région plus chaude ayant été relevée un peu par suite de l'économie de chaleur réalisée par l'emploi de la chaux.

Dans la discussion qui suivit, sir Lowthian Bell fit remarquer qu'il faudrait tenir compte de l'ensemble des opérations au dedans et au dehors du fourneau; l'emploi de la chaux nécessitait en tout cas l'ap-

plication préalable de chaleur pour dégager l'acide carbonique du calcaire. En outre, l'hydrate de chaux absorbe de l'acide carbonique pendant son passage à travers la partie supérieure du fourneau, et l'entraîne avec lui jusqu'à la zone de température élevée où ce gaz doit lui être enlevé à nouveau. En tout cas, sir Lowthian Bell n'admet pas que l'économie de combustible réalisée par l'emploi de la chaux puisse monter à plus de 100 kilogr.

M. Martin, de Dowlais, a été d'avis que l'emploi de la chaux ne pouvait être avantageux que dans le cas de bas foyers.

M. David Evans, de Barlow, a partagé cette opinion et a cité, à ce propos, l'expérience qu'il avait faite lui-même des deux procédés. Pendant son séjour dans le pays de Galles, il avait eu affaire à des hauts fourneaux de 14 mètres de hauteur, et là, l'emploi de la chaux lui avait valu une production de fonte plus considérable et une économie de combustible. A Barlow, au contraire, où il est maintenant directeur, et où les fourneaux ont une vingtaine de mètres d'élévation, il n'emploie que le calcaire.

G. FLOREN.

AGRICULTURE

PROGRÈS DE L'INDUSTRIE DE LA LAITERIE EN FRANCE

Les visiteurs se sont fréquemment arrêtés, pendant l'Exposition, devant les laiteries qui fonctionnaient à l'Esplanade des Invalides.

Dans de coquets bâtiments en bois, bien aérés, et d'une propreté minutieuse, on voyait en œuvre toutes les machines nouvelles qui servent aujourd'hui à la préparation du beurre; toutes les manipulations s'opéraient mécaniquement, et le beurre était, séance tenante, livré en élégants petits blocs au public qui avait pu en suivre tous les détails de fabrication.

Avec ces appareils modernes, la crème est séparée du lait par des procédés mécaniques; elle est ensuite barattée, et le beurre obtenu est dégagé du liquide dans lequel il baigne sans que les mains de l'ouvrier viennent en contact avec lui, à un moment quelconque du travail.

Dès 1880, le *Génie Civil* (1) faisait connaître les appareils de laiterie industrielle qui commençaient alors à se vulgariser et à se multiplier en Danemark et en Suède avec le caractère d'un succès réel. Ces appareils étaient l'écumeuse centrifuge et le malaxeur, qui permettaient d'effectuer désormais tout le travail de la laiterie en évitant le contact de la main du manipulateur.

C'était également de ces peuples du Nord que nous apprenions l'usage et l'application intelligente du froid dans les différentes phases de ce travail, et que nous arrivaient nombre de travaux, d'études, d'observations sur cette industrie toute nouvelle, qui faisait déjà la fortune d'un grand nombre d'agriculteurs et de commerçants de ces pays.

Le Gouvernement français s'émouvait de ces progrès rapides d'une industrie dans laquelle notre pays avait toujours tenu la première place. Il s'agissait de ne pas nous laisser distancer. Le Ministère de l'Agriculture envoya étudier dans les pays mêmes tous ces procédés nouveaux.

Grâce aux rapports, aux conférences, aux publications des délégués français, et aux divers concours agricoles et expositions, nos compatriotes furent bientôt mis au courant des méthodes nouvelles.

L'industrie de la laiterie trouvait en effet en France un milieu des plus propices à son développement, soit dans la facilité d'assimilation de nos nationaux, soit par suite de ces richesses, bien rares au monde, de climat et de fertilité du sol que la nature nous a départies.

Aujourd'hui, un assez grand nombre de fermes possèdent de petites laiteries pourvues de tous les appareils perfectionnés, et il existe des usines centrales travaillant de grandes masses de lait, 5, 10 et même 20 mètres cubes par jour.

Ces manipulations, faites bien plus proprement qu'autrefois, soit dans les fermes, soit dans les grandes usines de laiterie, les envois réguliers de produits excellents et homogènes, les facilités de communications nées de la multiplication des voies ferrées, ont amené de notables changements dans le commerce et la vente des produits, à Paris principalement.

Il existait dans les campagnes des négociants récoltant soit à domicile, soit dans les marchés, les beurres préparés par les fermiers. Toutes ces marchandises étaient ensuite travaillées pour constituer des lots homogènes, puis ces intermédiaires les expédiaient aux halles de Paris, d'où elles arrivaient au consommateur par l'intermédiaire des facteurs et marchands détaillants répandus dans les divers quartiers. Toutes ces opérations demandaient du temps, et trop souvent le consommateur recevait ainsi du beurre de plusieurs jours de date, marchandise plus ou moins fraîche, manipulée et rajeunie artificiellement parfois par les nombreux intermédiaires.

Les laiteries industrielles modernes ont modifié profondément ce régime. C'est le lait lui-même qui est maintenant rassemblé dans les

(1) Voir le *Génie Civil*, tome I, n° 6, p. 423, n° 7, p. 447 et n° 8, p. 472.

les Basses-Alpes, les Hautes-Alpes, le Cantal, la Charente, la Dordogne, l'Eure, le Gers, l'Indre, le Jura, le Loiret, la Lozère, la Mayenne, le Morbihan, les Hautes-Pyrénées, et la Vienne.

C'est au contraire dans les départements industriels qu'ont été relevés les maxima. Les trois cinquièmes des 804 grèves indiquées se sont produites dans sept départements : le Nord en fait partie pour 172, tenant le premier rang, la Seine pour 103, le Rhône pour 57, la Marne pour 39, la Somme pour 36, l'Isère pour 32, la Loire pour 25. Nous pourrions encore citer, parmi les départements qui ont présenté de 10 à 21 grèves : l'Aisne, les Bouches-du-Rhône, le Gard, la Gironde, l'Hérault, la Loire-Inférieure, le Maine-et-Loire, la Nièvre, la Seine-Inférieure, les Vosges. Nous n'insisterons pas davantage sur cette répartition géographique, qui est pourtant bien caractéristique, portant sur une période assez longue.

Ce qui est bizarre à constater, c'est l'époque où les grèves éclatent de préférence. Si (d'après des chiffres un peu incomplets, il est vrai) on a relevé une moyenne de 67 par mois, on a pu aussi constater une fréquence beaucoup plus grande au commencement de l'année, ou plus exactement dans les mois de mars, avril, mai, et même juin et juillet ; pour un total de 105 comprenant tous les mois d'avril de la période 1874-85, on n'en trouve que 42 dans les divers mois de septembre. Cela semble bien indiquer que l'ouvrier a plutôt tendance à se mettre en grève quand l'ouvrage est abondant et que le patron a grand besoin de son personnel ; il espère ainsi lui faire plus aisément la loi.

C'est qu'en effet, si nous consultons les tableaux donnant les causes des grèves, autrement dit les griefs invoqués par les ouvriers pour rompre au moins provisoirement le contrat de travail, nous y constaterons tout de suite que la demande d'augmentation de salaire entre pour une proportion de 44 % et se représente 364 fois parmi les diverses causes relevées. Il est un autre motif, un autre grief qui ressemble beaucoup au premier, mais en sens inverse toutefois : l'ouvrier se plaint d'une diminution de salaire ; cette cause compte pour 22 % dans le total général. Si à ces deux sortes de causes on ajoute les divers griefs non spécifiés concernant les conditions du travail, on verra que ces trois espèces de motifs, à eux seuls, ont donné lieu aux soixante-dix-sept centièmes des grèves.

La demande de réduction des heures de travail, qui joue un rôle moins considérable qu'on ne l'imagine, entre pourtant en compte comme 5,6 % du chiffre total des causes, ce qui n'empêche pas du reste qu'on ne puisse citer 13 cas où les ouvriers ont suspendu le travail parce que le patron avait imposé une réduction des heures de présence ; il est inutile de faire remarquer que, dans ce cas, les ouvriers étaient payés à l'heure. Dans 25 cas, la cause a été la demande de renvoi d'un directeur, d'un Ingénieur, de surveillants, ou de contre-maitres ; et on en pourrait citer 16 où la grève s'est produite par suite du renvoi de supérieurs ou contre-maitres que voulaient garder les ouvriers.

Nous ne pouvons indiquer toutes les causes dans leur diversité ; mais il sera sans doute intéressant à certains points de vue, ces questions étant toujours d'actualité, de rappeler que quatre fois des grèves se sont produites parce que les ouvriers demandaient le renvoi des étrangers des chantiers ou usines, et une fois par suite de l'introduction de femmes dans les ateliers. On sait que l'homme se plaint beaucoup, et dans bien des métiers, de la concurrence de l'ouvrière, qui est souvent plus habile, et accepte d'être beaucoup moins payée (1).

Quel est le nombre des ouvriers qui ont été engagés dans les grèves pendant les onze années que nous considérons, et combien en moyenne chaque grève en a-t-elle engagé ? Il n'est pas facile de répondre d'une façon mathématiquement exacte à cette question, tout simplement parce que l'on n'a les renseignements numériques sur le chiffre des grévistes que pour 673 grèves ; du moins peut-on fournir ces chiffres et en calculer des moyennes suffisamment exactes. Le nombre des ouvriers qui entrent dans la coalition dépend évidemment de l'industrie principale qui règne dans le département où se produit la coalition : dans les pays miniers, par exemple, toute grève trouve à se propager sur une très large surface, dans une population ouvrière fort nombreuse. Plus de la moitié des grèves, exactement 52 % sur 673, se sont produites dans des industries employant un personnel réduit, et ont compté moins de 100 ouvriers ; sur ces 347 grèves peu importantes, 48 comptaient de 20 à 29 ouvriers, 50 de 30 à 59. Sur les 326 autres, 114 ont compté de 200 à 449 ouvriers ; enfin 20 en ont réuni de 1 000 à 1 999. Pour compléter nos indications, il en faut citer deux d'une gravité exceptionnelle : l'une en 1879, à Paris, réunit 20 000 ouvriers menuisiers ; l'autre se produit à Anzin, en 1884, et 10 150 ouvriers mineurs y prennent part ; mais ce sont là évidemment des cas tout spéciaux qui viennent fausser les moyennes.

Si nous réunissons les différents chiffres d'ouvriers englobés dans les 673 grèves pour lesquelles on a ces renseignements complets, nous trouvons un chiffre total de 216 662 ouvriers. En 1874, le chiffre

n'est que de 2 730, ce qui représente 257 ouvriers par grève ; cette moyenne, après avoir varié assez sensiblement, 387 en 1873, puis 239, 259, 269, atteint en 1879 le chiffre, qui paraît surprenant, de 1 200, mais qui s'explique parce que c'est l'année de la grève des 20 000 menuisiers parisiens ; après être passée par 485 en 1880, la moyenne est redescendue à 263 en 1884 et à 154 en 1885. La moyenne générale est de 323 ouvriers par grève.

Mais parmi tous ces ouvriers, n'y a-t-il pas aussi des ouvrières ? Les rapports que l'on possède et qu'envoient les préfets, le plus souvent n'indiquent pas la proportion des femmes dans le nombre total des grévistes, quand il s'agit d'industries où les deux sexes sont employés concurremment, comme dans les industries du vêtement ou même dans les mines, où les femmes sont encore employées très nombreuses à la surface. Tout naturellement, quand il s'est agi d'industries où les femmes seules travaillent, la statistique a été relativement aisée, du moins en ce qui concerne le nombre absolu des grèves de femmes, sans indiquer avec précision le nombre des ouvrières engagées dans le mouvement. Depuis 1874, on a signalé 27 grandes grèves féminines ; ce serait à peine 3 ou 4 % du total des grèves, et cela donne une moyenne d'environ 2,50 par an. Là aussi, d'ailleurs, s'est produite une augmentation sensible : en 1874, 1875 et 1876, on a compté 4 grèves féminines pour l'ensemble de ces trois années ; pour les trois dernières années 1883, 1884 et 1885, on en a constaté 14.

On a pris l'habitude, quand on parle de grève, de songer presque toujours à un mouvement dans les industries minérales, dans les charbonnages ; et cependant les grèves dans ces industries sont loin de tenir le premier rang dans le chiffre total. Sur les 804 grèves qui se sont produites de 1874 à 1885 (toujours non compté 1881), on en a relevé 310 pour les seules industries textiles, soit 39 % ; le second rang appartient aux industries minérales et métallurgiques, qui sont confondues dans les mêmes chiffres et dont le total est de 140, c'est-à-dire de 17 % du tout ; le vêtement représente les 5 %, avec 38 grèves ; le bâtiment et l'ameublement 15 %, avec le chiffre de 123 ; enfin, on n'a constaté que 14 grèves de terrassiers (proportion de 2 %), et 50 pour l'industrie des cuirs et peaux (ou 6 %).

Nous avons vu en commençant quelle progression avait suivie l'ensemble des grèves, passant de 20 en 1874 à 108 en 1885. Si nous voulons comparer ce mouvement relatif avec celui de la progression des grèves dans les industries textiles et dans les industries minérales et métallurgiques, nous verrons que l'accroissement des grèves de la première espèce est de beaucoup au-dessus de la moyenne, passant de 7 à 49, c'est-à-dire se multipliant par 7, tandis que celui des grèves du second genre n'est que de 4 à 16, ou quadruple. Nous verrons encore une indication tout analogue si nous consultons les tableaux donnant le nombre des ouvriers engagés dans les grèves : nous y trouverons, par exemple, que sur le chiffre total de 216 662 ouvriers grévistes, 77 922 appartenaient aux industries textiles, 42 043 aux industries minérales et métallurgiques. Nous verrions 39 013 ouvriers de l'ameublement et du bâtiment, mais il ne faut pas oublier que ce chiffre est grandement influencé par la fameuse grève des 20 000 menuisiers parisiens en 1879 ; grève de pareille importance est bien rare, et l'on comprend quelle influence elle peut avoir sur l'exacte appréciation des statistiques.

Si l'on veut examiner le tableau de la durée des grèves, qui malheureusement ne comprend point tous les cas signalés, les renseignements relatifs à la durée n'ayant été fournis que pour 700 cas, tout naturellement le nombre des coalitions est en raison inverse de la durée ; les grèves courtes sont les plus nombreuses, heureusement d'ailleurs, car dans ces luttes il y a toujours travail et capital perdus, et d'autant plus qu'elles sont plus longues. Si l'on en trouve 98 d'un jour, 84 de 2, 58 de 3, on n'en trouve que 3 de 29 jours ; puis tout d'un coup on en trouve 19 de 30 à 34 jours, 12 de 35 à 39 ; la fin du mois est une date pour l'ouvrier, date qu'il hésite à franchir et où il se décide souvent à céder. Le nombre des longues grèves va toujours décroissant. Enfin on n'en trouve plus qu'une de 148 jours, une de 180 et une de 455 jours, celle des selliers de Paris en 1877. Pour les 700 grèves signalées, le nombre des jours de durée a été de 11 031, ce qui fait en moyenne 16 jours par grève.

Mais il ne suffit point de savoir la durée totale de toutes les grèves ; ce qui est surtout intéressant, c'est de connaître le nombre des journées perdues par les ouvriers que cela représente, ce qui s'obtiendra évidemment en multipliant le nombre de jours de durée de chaque grève par le nombre d'ouvriers engagés dans le mouvement. Malheureusement les renseignements complets permettant d'apprécier le nombre de journées perdues n'ont été fournis que pour 629 grèves ; on peut, néanmoins, en tirer des résultats et surtout des moyennes. En l'année 1874, le nombre total des journées perdues est seulement de 27 120, ce qui représente 2 455 journées par grève et 10 par ouvrier ; pour 1875 le nombre total est de 263 875, et la moyenne de 32 journées par ouvrier. En 1879 il se produit une augmentation considérable, provenant d'une longue et nombreuse grève à Vienne ; le total est de 1 956 992 et la moyenne de 58 journées. En somme, depuis 1874, le nombre des grèves ayant augmenté considérablement, le total des journées perdues a augmenté lui aussi, mais le nombre moyen par

(1) Le salaire habituel moyen de la femme est de 1 fr. 82 en 1885, tandis qu'il est de 3 fr. 46 pour l'homme.

grève et par ouvrier est resté sensiblement le même, puisqu'il n'est que de 1 899 journées par grève et de 12 par gréviste en 1885. En résumé, la moyenne depuis onze années a été de 8 664 journées par grève et de 27 par gréviste, ce qui se rapproche bien de la durée d'un mois dont nous parlions tout à l'heure.

Un des derniers points à examiner, c'est le résultat des grèves : à la fin de la grève, dans quelle situation se trouvent l'ouvrier et le patron quand le travail reprend ; l'ouvrier, en général, arrive-t-il à obtenir satisfaction, ou se voit-il forcé par le besoin de subir la loi du patron ? On peut trouver les renseignements de cette nature pour 753 grèves. Tout d'abord 206 ont eu des résultats favorables à l'ouvrier ; on peut même remarquer que, avec des maxima en 1876, 1883 et 1884, le nombre relatif à cette espèce de résultat a suivi une légère progression depuis 1874. On compte 427 résultats défavorables, cas où les ouvriers acceptent les conditions ou bien sont remplacés ; tout naturellement les chiffres pour ces résultats ont baissé un peu. Enfin il peut y avoir transaction, ce qui s'est présenté 120 fois ; ces cas tendent à diminuer.

Il nous reste enfin à signaler les cas où il y a eu par les grévistes atteinte portée à la liberté du travail et de l'industrie, cas qui tombent sous l'application des articles 414 et 415 du Code pénal. Pendant les onze années comprises entre 1875 et 1885, les statistiques publiées par le ministère de la Justice signalent 1 376 grévistes prévenus de ce délit. D'une façon tout accidentelle, l'année 1885 ne compte que 17 de ces cas. On peut remarquer aussi que le seul département du Nord en compte à lui seul 286 pendant la période signalée ; mais il ne faut pas oublier non plus que c'est un département des plus industriels et celui qui présente le plus de grèves. Tout naturellement, on est obligé de sévir en ces matières ; car il n'est pas admissible que le gréviste puisse employer la violence contre l'ouvrier qui continue son travail.

DANIEL BELLET.

INFORMATIONS

Chronique parlementaire.

La semaine qui vient de s'écouler a vu terminer définitivement par la Chambre l'examen de deux questions dont il a été déjà parlé dans cette chronique, à savoir : l'organisation du monopole de la fabrication des allumettes et le droit du timbre sur les récépissés de chemin de fer.

On n'a pas oublié la discussion quelque peu confuse et contradictoire à laquelle l'expiration prochaine du traité liant l'Etat à la Compagnie concessionnaire du monopole des allumettes avait donné lieu quelques jours après la rentrée des Chambres. Cette discussion ayant eu pour conclusion inattendue l'exercice direct et complet de ce monopole par le Ministère des Finances, il a fallu mettre les prévisions budgétaires en rapport avec ce nouvel état de choses, et un projet de loi a été déposé à cet effet le 14 décembre dernier. L'exercice de 1889 aura à supporter, à titre de premier établissement, une dépense de 5 342 000 francs, résultant de la nécessité de reprendre le matériel et les stocks en magasin de l'ancienne Compagnie fermière. L'exercice 1890 n'aura donc plus à subir que les dépenses annuelles d'exploitation. L'administration des finances comptant remettre la fabrication aux fonctionnaires des manufactures de l'Etat, ces dépenses seront relativement peu considérables et sont prévues, pour le prochain exercice, à 3 890 171 francs, pour une fabrication de 22 milliards d'allumettes. La vente sera faite, à peu près comme aujourd'hui, en gros et par caisses complètes, qui seront expédiées à tous les marchands sur leur demande et moyennant une remise à fixer. Une fois le principe du monopole admis, ces dispositions en découlaient d'une manière à peu près inévitable, et dans sa séance du 21, la Chambre les a approuvées pour ainsi dire sans débat.

Dans sa séance du jeudi précédent, la Chambre a également donné au Gouvernement la satisfaction qu'il réclamait relativement aux timbres des récépissés des transports par petite vitesse. Nous avons fait connaître dernièrement⁽¹⁾ quelle était la portée de la modification admise dans la dernière loi de finance et annulée aujourd'hui. Les petits transports continueront donc à payer un droit fixe relativement beaucoup plus élevé que les gros. Il nous paraît intéressant d'extraire du rapport de la Commission le tableau suivant, qui permet de voir quelle part importante ces petits transports prennent dans le mouvement des marchandises de petite vitesse sur l'ensemble de notre réseau :

Importance des taxes perçues.	Nombre de récépissés.	Proportion %.
De 0 à 2 ^{fr} 95.	10.378.773	37
3 95.	8.042.267	29
10 19 95.	3.676.749	13
20 99 95.	4.711.536	17
100 et au-dessus	1.190.675	4

Les expéditions dont le coût est inférieur à 3 francs représentent donc plus du tiers de tous les envois faits par chemin de fer ; c'est sur

cux que le droit fixe de 70 centimes vient précisément peser lourdement.

G. B.

Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie.

Nous avons publié, dans le dernier numéro du *Génie Civil* (4), le projet de questionnaire élaboré par la Commission de douze membres nommée par le Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie. Celui-ci s'est réuni la semaine dernière pour examiner ce projet et il l'a adopté, avec quelques modifications.

Voici le texte définitif de ce questionnaire, qui va être envoyé aux Chambres de commerce, aux Chambres consultatives, etc :

1^{re} QUESTION. — Quelle est la situation présente de chacune des branches d'industrie et de commerce de votre circonscription ? Quelles sont les causes générales de cette situation ? Quelle est la part d'influence sur la production, sur le commerce avec l'intérieur et le commerce avec l'étranger, qu'il convient d'assigner au régime économique inauguré en 1860 ?

2^e QUESTION. — Dans quels pays s'exportent vos produits ? Exportez-vous directement ou par l'intermédiaire de commissionnaires français ou étrangers ? De quels pays s'importent les produits similaires ? Quelles sont les causes de cette importation ? Quelle est l'importance de vos exportations et dans quelles proportions entrent-elles dans votre production totale ? Quelle est l'importance de l'importation des produits similaires étrangers ? Quelles variations ces exportations et ces importations ont-elles subies depuis l'inauguration du régime actuel ? Quelles en sont les causes ?

3^e QUESTION. — Êtes-vous d'avis qu'il y a lieu de dénoncer les traités existants ? Entendez-vous qu'on doive négocier, avec les pays qui nous accorderaient des avantages corrélatifs, des arrangements nouveaux soit sur la loi des anciens traités à long terme, soit sur celle des conventions commerciales qui auraient une durée moindre et la même date d'échéance ?

Pensez-vous, au contraire, que l'Etat doit conserver ses tarifs et qu'il établisse, soit un tarif général unique, applicable à tous les pays étrangers sans distinction, soit un double tarif : le premier « minimum » à l'égard des pays qui nous accorderaient des avantages corrélatifs, le second « maximum » à l'égard des autres ? Et comment comprendriez-vous le fonctionnement de ce dernier système ?

4^e QUESTION. — Demandez-vous qu'on modifie le tarif général des douanes, soit en ce qui touche le taux des droits, soit en ce qui touche leur classification ?

Quelles sont les modifications que vous réclamez et pour quelles raisons les réclamez-vous ?

5^e QUESTION. — Quelles sont les matières premières que vous employez dans votre industrie ? D'où les recevez-vous ? Que pensez-vous d'un droit qui les frapperait et par quel système (drawback, admission temporaire ou tout autre moyen) vous paraîtrait-il possible d'empêcher que ce droit, s'il était établi, n'entrave votre exportation ?

6^e QUESTION. — Quel serait le régime douanier qu'il conviendrait d'appliquer aux colonies ?

7^e QUESTION. — Parmi les tarifs de nos Compagnies de chemins de fer, en est-il qui favorisent, à votre détriment, la concurrence étrangère ? Quels sont-ils ?

8^e QUESTION. — Le régime économique actuel est-il ou non profitable à la marine marchande et aux ports de commerce ?

Conseil supérieur de l'Agriculture.

Le Conseil supérieur de l'Agriculture s'est également réuni, la semaine dernière, pour examiner les questions qui concernent l'agriculture et ses industries spéciales, en vue des débats qui s'engageront devant les Chambres au sujet du renouvellement des traités de commerce.

Sur la proposition du ministre de l'Agriculture, qui présidait la réunion, le Conseil a décidé la formation de trois commissions qui auront à étudier les questions suivantes :

1^{re} Commission. — Produits végétaux servant à l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques : céréales, légumineuses, fruits, légumes, vins, fromages, tourteaux, etc.

2^e Commission. — Produits animaux servant à l'alimentation et employés par l'industrie, comme matière première : Bétail à viande, peaux, cuirs, laines, soies, etc.

3^e Commission. — Plantes textiles et industrielles, engrais, charbon, matières minérales, etc.

Chaque commission se compose de neuf membres, dont voici les noms :

1^{re} Commission. — MM. Drumel, Foucher de Careil, Gatellier, Gomot, Grandeau, Jametel, Lagorsse (de), Legay et Roy.

2^e Commission. — MM. Demarçay, Lavalard, Legay (Albert), Mariage, Mir, Nouette-Delorme, Bouthier de Rochefort, Lecouteux, Weber.

3^e Commission. — MM. Dreyfus (Ferdinand), Jobart, Loubet, Méline, Parent, Peaudecerf, Récipon, Risler et Teisserenc de Bort.

L'enquête ordonnée par le Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie devant exiger forcément un délai assez long, les commissions nommées par le Conseil supérieur de l'Agriculture auront tout le temps nécessaire pour étudier les questions dont l'examen leur est confié. Comme il n'existe pas de Chambres d'agriculture auxquelles un questionnaire puisse être adressé, c'est par des études personnelles, appuyées de tous les renseignements qu'il recueillera au dehors, près des hommes autorisés et des associations compétentes, que le Conseil aboutira à formuler les vœux des agriculteurs français et se mettra en mesure d'éclairer les pouvoirs publics au moment de la discussion des questions douanières.

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 7 page 474.

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 28, p. 494.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

COMPAGNIE DE FIVES-LILLE

Historique. — La naissance de la Compagnie de Fives-Lille a coïncidé avec le grand mouvement imprimé à l'industrie de la construction mécanique par la création des lignes du premier réseau de nos chemins de fer. MM. Parent et Schaken, entrepreneurs de travaux publics, qui avaient successivement étendu leurs opérations jusqu'à ce qu'ils devinssent, en 1836, adjudicataires de la plus grande partie du Grand Central, ligne d'Orléans à Agen par Périgueux, réunie

preneur de travaux publics, chemins de fer, ports, ponts et charpentes métalliques, etc., tout aussi important. De plus, l'extension de ses affaires l'a conduite à adjoindre à ses premiers travaux la construction de tout le matériel destiné à la fabrication du sucre, et l'exploitation de trois sucreries, dont deux au moins comptent parmi les plus importantes de France.

Elle possède actuellement les établissements suivants :

- 1° Les ateliers de construction de Fives-Lille ;
- 2° Ceux de Givors ;



FIG. 1. — COMPAGNIE DE FIVES-LILLE. — Vue générale des ateliers de Fives.

quelques années après au réseau de la Compagnie d'Orléans, sentirent la nécessité d'accroître en même temps leurs moyens d'action. Ils résolurent, à cet effet, de fonder des établissements de constructions mécaniques qui pussent leur fournir le matériel de toute nature qu'ils avaient à mettre en œuvre, et les dispenser de recourir aux établissements similaires de l'étranger. C'est d'ailleurs ainsi qu'avaient déjà procédé en Angleterre les constructeurs les plus importants des voies ferrées, et parmi eux les Brunnel et les Buddicom, dont les ateliers de réparations s'étaient rapidement transformés en usines de production.

MM. Houël et Caillet, principaux collaborateurs de MM. Parent et Schaken, furent donc chargés par eux, en 1861, d'établir à Fives,

3° Les sucreries d'Abbeville (Somme), de Coulommiers (Seine-et-Marne) et de Neuilly-Saint-Front (Aisne) ;

Des agences établies dans divers pays étrangers, tels que : l'Autriche-Hongrie, la Russie, l'Italie, l'Espagne, l'Égypte, les Antilles, le Brésil, la République Argentine, l'île de Java, l'île Maurice, l'Australie, etc., complètent l'organisation administrative et commerciale de la Compagnie.

Les principaux travaux exécutés dans ses ateliers sont les suivants :

Machines à vapeur et locomobiles de tous types et de toutes forces, locomotives pour chemins de fer et tramways, essieux montés, matériel de chemins de fer, dragues à godet et dragues par succion pouvant travailler à la marée, gabarres, etc. ;

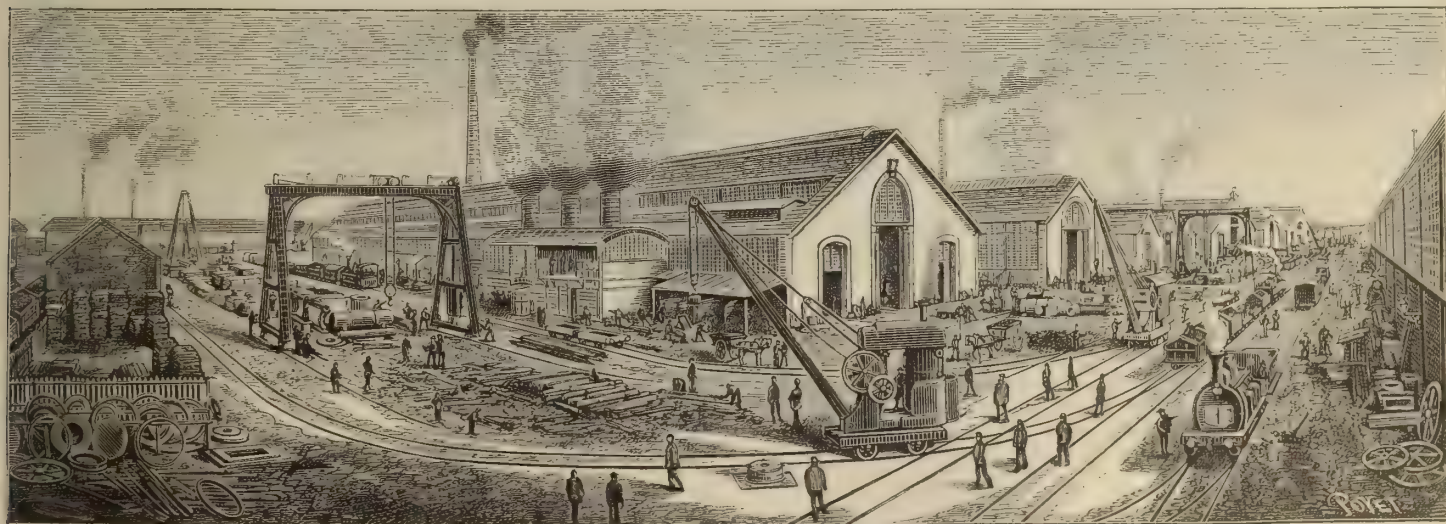


FIG. 2. — COMPAGNIE DE FIVES-LILLE. — Vue générale des ateliers de Fives.

dans la banlieue de Lille, de grands ateliers de construction, dont la direction leur fut confiée. Au bout de quelques années, la création, qui n'avait été tout d'abord qu'un accessoire des opérations de ses promoteurs, prit une extension assez considérable pour vivre d'elle-même, et, en 1866, MM. Houël et Caillet, succédant à leurs chefs, transformèrent l'affaire en société anonyme sous le nom de Compagnie de Fives-Lille, pour une période de trente années. Enfin, en 1876, cette durée fut prorogée de dix années, c'est-à-dire jusqu'au 1^{er} janvier 1906.

Le capital social, fixé d'abord à six millions de francs, a été porté à douze millions en 1880 et complété par l'émission successive de deux séries d'obligations de six millions chacune.

La Compagnie de Fives-Lille n'a jamais perdu le caractère que lui avaient imprimé ses fondateurs : elle est à la fois demeurée un établissement de construction mécanique de premier ordre et un entre-

Appareils hydrauliques de manœuvre et de levage, grues à vapeur, treuils, pompes, etc. ;

Matériel d'artillerie ;

Ponts et charpentes métalliques ;

Usines complètes et appareils détachés de toutes sortes, pour la fabrication du sucre et la distillerie.

L'ordre logique de cette étude appelle, tout d'abord, la description sommaire des ateliers, c'est-à-dire de l'ensemble des appareils producteurs, puis celle des produits ; sans oublier ceux qui ont porté très haut la réputation de la Compagnie de Fives-Lille dans le passé, nous attribuerons la place la plus importante à ceux qui figuraient à l'Exposition Universelle et qui représentent plus particulièrement le travail de ces dernières années.

Ateliers de Fives-Lille. — Ces ateliers occupent une superficie d'en-

viron dix hectares et demi, dont cinq hectares et demi sont couverts. Un embranchement les relie au réseau du chemin de fer du Nord, et les met en communication avec les houillères du nord de la France et de la Belgique; les différents groupes sont desservis par un système très complet de voies ferrées.

Le plan général comporte une série de bâtiments parallèles les uns aux autres et d'une longueur uniforme de 160 mètres sur une largeur variant de 18 à 40 mètres; autour d'eux viennent se grouper des ateliers spéciaux, des maisons d'habitation, les bureaux des ingénieurs et des dessinateurs, les magasins, etc. De plus, un grand atelier est affecté spécialement à l'exécution des cylindres, longerons et roues montées de locomotives et de tenders.

Comme l'indiquent les figures 1 et 2, le réseau central de l'usine comprend trois voies principales, et se ramifie en une série de voies qui pénètrent dans les divers ateliers ou desservent les cours latérales. De nombreux ponts roulants et des grues à vapeur circulent sur les voies secondaires, et assurent le transbordement des produits sur les plates-formes et les wagons qui doivent les livrer au chemin de fer du Nord.

Les ateliers centraux comprennent : la fonderie de fer, les forges, la chaudronnerie de fer, l'atelier des machines-outils et d'ajustage, le montage, la fonderie et la chaudronnerie de cuivre. Presque toutes les charpentes sont métalliques et reposent sur des colonnes en fonte.

Les ateliers de Fives-Lille disposent d'une force motrice de plus de 700 chevaux, actionnant 600 machines-outils et 20 marteaux-pilons. Ils emploient environ 2500 ouvriers.

L'importance de leur outillage leur permet de produire annuellement 80 locomotives et tenders, 6 à 8000 tonnes de ponts et charpentes métalliques, et 8 à 10000 tonnes de matériel de sucreries, exploitation de mines, outillage, élévation d'eau, navigation à vapeur, artillerie et industries diverses.

Un ensemble de bâtiments est affecté gratuitement, dans les dépendances de l'usine, aux services d'une école, d'un éconamat, d'une boulangerie et d'une cantine.

L'école est fréquentée, le jour, par les 150 enfants âgés de moins

appartenant à la Compagnie de Fives-Lille est celle d'Abbeville, située sur les terrains des anciennes fortifications de cette ville, dans un centre populeux, près du canal de la Somme. Elle est reliée par un embranchement au réseau de la Compagnie du Nord.

Cette usine est installée pour mettre en œuvre 100 millions de kilogr. de betteraves pendant une durée de travail de 100 jours; elle est alimentée par cinq râperies annexes, savoir : celles d'Abbeville, du Quesnoy, de Martainville, de Saint-Riquier et de Crécy, qui sont en communication avec le réseau des voies ferrées de la contrée.

Sucrerie de Coulommiers. — La sucrerie de Coulommiers (Seine-et-Marne) est alimentée par les quatre râperies de Coulommiers, Jouy-le-Châtel, Vaudoy et Rozoy-en-Brie, réunies à la fabrique centrale par une canalisation de plus de 30 kilomètres. L'usine, située dans un des faubourgs de la ville, est reliée par un embranchement à la gare de la Compagnie de l'Est.

Son outillage et celui des râperies annexes permettent de travailler 600 000 kilogr. par 24 heures; elle met habituellement en œuvre 50 000 000 de kilogr. pendant une campagne de 100 jours.

Sucrerie de Neuilly-Saint-Front. — La sucrerie de Neuilly-Saint-Front (Aisne) n'est pas établie sur un pied aussi considérable que les précédentes. Néanmoins, avec les agrandissements qu'elle a reçus dernièrement, elle peut mettre en œuvre 300 000 kilogr. de betteraves par jour, soit environ 25 000 000 de kilogr. pendant une campagne ordinaire.

Cet établissement est alimenté par deux râperies de Neuilly et de Cramaille; il est relié par un embranchement à la ligne de Château-Thierry à Villers-Cotterets.

Entreprises de Travaux publics. — Chemins de fer. — En dehors des appareils et ouvrages spéciaux que la Compagnie de Fives-Lille construit dans ses ateliers ou qu'elle exécute sur place, elle se charge d'entreprises générales de travaux publics, qu'un personnel expérimenté lui permet d'étudier et de mener rapidement à bonne fin.

Chemin de fer de Pest-Semlin. — C'est ainsi qu'elle a construit à



FIG. 3. — Pont de Szegedin (ligne de Paris à Constantinople), construit par la Compagnie de Fives-Lille.

de seize ans qui travaillent dans l'établissement. Les fournitures sont gratuites et les enfants sont, en outre, payés pour le temps consacré à l'école comme pour celui qu'ils passent dans les ateliers. Des cours d'adultes sont également faits le soir.

L'éconamat vend des denrées alimentaires, des vêtements et des ustensiles de ménage, etc., à des prix de 20 à 25 % inférieurs à ceux du commerce. Le chiffre moyen des ventes depuis plusieurs années dépasse 400 000 francs.

La boulangerie produit journellement 1500 kilogr. de pain, qui est vendu aux ouvriers et aux employés de 10 à 12 centimes au-dessous du cours.

La cantine a une clientèle quotidienne de 250 à 300 ouvriers.

Ateliers de Givors. — Les ateliers de Givors occupent une surface de deux hectares et demi, dont un hectare de bâtiments couverts et le reste en cours. Ils possèdent 120 machines-outils actionnées par des moteurs à vapeur et occupent environ 500 ouvriers.

On y construit spécialement le matériel fixe et les roues montées pour matériel roulant de chemins de fer, la chaudronnerie de fer, les ponts et charpentes métalliques, les affûts pour canons de campagne, etc., etc. Leur production annuelle est d'environ le cinquième de celle de Fives.

Ils sont en communication, par un embranchement spécial, avec la gare de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée.

Sucreries. — La Compagnie de Fives-Lille possède et exploite elle-même trois grandes sucreries centrales qui produisent annuellement environ 15 millions de kilogr. de sucre de tous jets. Ces usines sont munies d'un outillage perfectionné qui résume tous les progrès réalisés jusqu'à ce jour dans l'industrie sucrière. Chacune d'elles est alimentée par plusieurs râperies annexes qui envoient leur jus à la fabrique centrale, au moyen de canalisations souterraines.

La Compagnie a ainsi à sa disposition les moyens d'expérimenter les nouveaux appareils et procédés de fabrication qui lui sont proposés, d'en apprécier la valeur, et de fournir à sa clientèle des renseignements précis sur l'état de cette grande industrie.

Sucrerie d'Abbeville. — La plus importante des trois fabriques

forfait la ligne de Budapest (Hongrie) à Belgrade (Serbie), qui forme l'un des tronçons de la grande artère qui relie aujourd'hui Constantinople à Paris. Cette ligne, qui comporte, avec l'embranchement de Mitrowitz, une longueur totale de 420 kilomètres, et sur laquelle on rencontre des ouvrages d'une importance exceptionnelle, tels que les ponts de Neusatz sur le Danube et de Belgrade sur la Save, et les tunnels de Peterwardein et de Crestavovce, a été terminée dans un délai de 27 mois (octobre 1881 à décembre 1883).

Chemins de fer de l'Orne. — En France, la Compagnie de Fives-Lille a exécuté les chemins de fer suivants :

La ligne d'Alençon à Condé (Orne), d'une longueur de 67 kilomètres (1870-1873);

Les lignes d'Alençon à Domfront et de Gacé à Vimoutiers, comportant ensemble une longueur de 75 kilomètres (1877-1881).

Chemin de fer de Saint-Georges-de-Commiers à la Mure. — Par une convention avec l'Etat en date du 16 avril 1886, la Compagnie s'est chargée de l'exploitation provisoire, pendant dix ans, de la ligne à voie étroite de Saint-Georges-de-Commiers à La Mure (Isère) et de la fourniture du matériel roulant et du mobilier, ateliers, etc., de cette ligne, construite surtout en vue de l'exploitation du bassin anthracifère de la Motte d'Aveillans.

Ce chemin, en raison de ses fortes déclivités (0,027 par mètre), de nombreuses courbes de 100 mètres de rayon, et de la hauteur à laquelle il s'élève (924^m 53 au-dessus du niveau de la mer, soit 609^m 39 au-dessus de son point de départ), présente des difficultés d'exploitation tout à fait exceptionnelles.

Le service commencé le 1^{er} août 1888, fonctionne d'une manière régulière.

Chemins de fer dans l'Amérique du Sud. — Le champ d'action en Europe des Sociétés de construction se rétrécissant de plus en plus, tant par suite de l'achèvement presque complet des chemins de fer que par l'élévation des tarifs douaniers, la Compagnie de Fives-Lille a pris le parti de porter ses vues sur l'Amérique du Sud, encore ouverte à l'influence française.

Elle a obtenu, dans la République Argentine, deux importantes

concessions de chemins de fer. L'une d'elles lui a été accordée par la province de Santa-Fé. Elle comprend 600 kilomètres en exploitation, 200 en voie d'achèvement et 500 kilomètres de lignes nouvelles à construire. L'intérêt du capital engagé est garanti pendant 55 ans.

La seconde concession est celle de la ligne de San-Cristobal, point extrême de la principale ligne du réseau de Santa-Fé à Tucuman, capitale de la province de ce nom. Elle a été accordée par le gouvernement argentin avec une garantie d'intérêt semblable à la précédente.

L'ensemble de ces lignes forme un réseau de 2 000 kilomètres environ, situé dans une des parties les plus riches et les plus peuplées de la Confédération.

La Compagnie de Fives-Lille a rétrocédé ses concessions à deux compagnies françaises fondées sous ses auspices, en s'engageant à construire les travaux des lignes nouvelles et à fournir le matériel fixe et roulant nécessaire à l'exploitation.

La Compagnie s'est également chargée de construire en participation avec la Société de Dyle et Bacalan, la ligne de San-Carlos à Merida (Venezuela), dont la 1^{re} section de 60 kilomètres de longueur est actuellement en cours d'exécution.

Travaux maritimes. — Port de Beni-Saf. — Parmi les travaux exécutés par la Compagnie de Fives-Lille, l'un des plus intéressants est le port de Beni-Saf, qu'elle a construit pour le compte de la Compagnie de Mokta-el-Hadid, et qui est destiné à l'embarquement des minerais de fer que cette Société possède sur ce point de la côte de l'Algérie, à l'ouest d'Oran.

ces établissements maritimes. On cherchait généralement à combattre ces dépôts en prolongeant les jetées destinées à protéger l'entrée de chaque chenal, et en effectuant des chasses avec les eaux emmagasinées dans des bassins de retenue construits à grands frais.

Il y a une douzaine d'années, l'Administration des Ponts et Chaussées eut l'idée d'essayer s'il ne serait pas possible de faire disparaître, au moyen de dragages, la barre qui obstruait la passe de Dunkerque, et elle institua un concours à cet effet. La Compagnie de Fives-Lille, déclarée adjudicataire, construisit, pour atteindre le but proposé, un bateau dragueur dont le mécanisme a été conçu et exécuté par elle, avec le concours de M. Lavalley. Cet appareil agit par succion au moyen de l'action de pompes centrifuges. Les déblais recueillis dans des puits ménagés à cet effet, et dont la capacité peut varier de 150 à 250 mètres, sont vidés en mer aux points indiqués où le bateau va les porter lui-même. L'appareil peut travailler avec une houle de 0^m 60 à 0^m 80 de hauteur.

L'Administration a fait faire un modèle au 1/5^e du premier bateau construit pour le port de Dunkerque ; ce modèle a figuré à l'Exposition de 1878, dans le bâtiment spécial du ministère des travaux publics.

Depuis qu'elle a construit la première drague marine, la Compagnie de Fives-Lille a eu l'occasion de créer plusieurs appareils du même genre dont elle a notablement perfectionné les organes. Elle vient d'en expédier deux en Chine qui lui ont été commandés par le gouvernement chinois et qui sont destinés à l'amélioration de la navigation du fleuve Jaune.

Caisse de prévoyance. — La Compagnie de Fives-Lille n'est pas

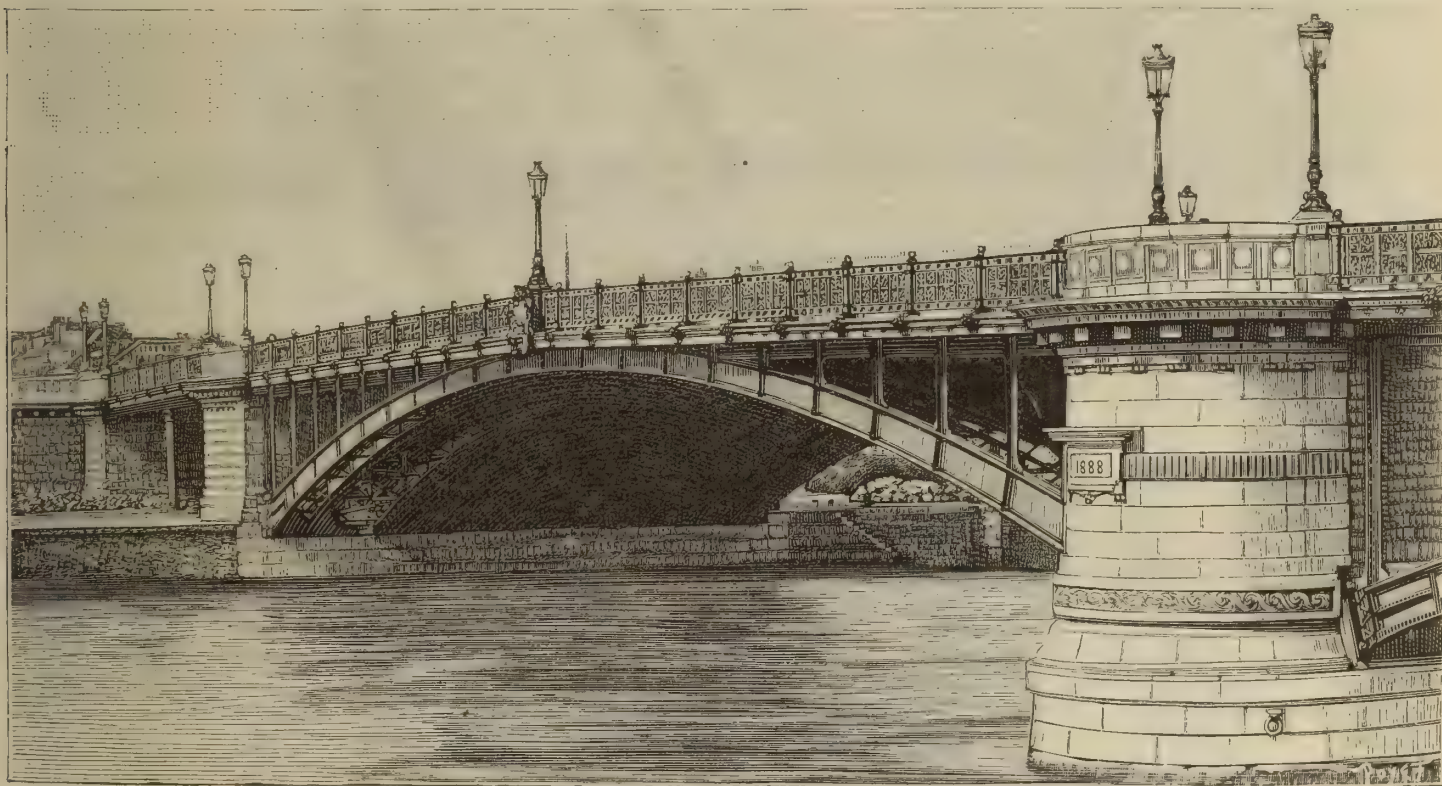


Fig. 4. — Pont d'Abbeville, sur la Seine, à Rouen, construit par la Compagnie de Fives-Lille

Il a été employé, dans la construction de cet important ouvrage, 135 000 mètres cubes d'enrochements naturels de toute grosseur, 44 000 mètres cubes de blocs artificiels et 185 000 mètres cubes de maçonnerie de toute nature. Les travaux, terminés en 1882, n'ont jamais éprouvé depuis la moindre avarie.

Appareil roulant dit « Titan » pour la pose des blocs. — Pendant la construction du port de Beni-Saf, la Compagnie de Fives-Lille a eu l'occasion de faire des études spéciales sur les engins de levage et de pose employés dans l'exécution de ces sortes de travaux. Aussi, lorsque la Compagnie du chemin de fer et du port de la Réunion eut reconnu la nécessité de défendre l'entrée difficile du port de la Pointe des Galets au moyen de môles constitués par des blocs artificiels de 125 tonnes, seuls capables de résister à l'action des raz de marée et des cyclones qui se produisent souvent dans ces parages, la Compagnie de Fives-Lille fut en mesure de projeter et d'exécuter un engin capable de lever et de mettre en place des matériaux d'un poids aussi considérable.

Depuis, elle a fourni deux appareils semblables, mais répondant à des besoins quelque peu différents, pour la construction du port de Leixões, près de Porto (Portugal).

Dragages dans les ports de la Manche. — A l'énumération précédente, il convient d'ajouter les travaux entrepris par la Compagnie de Fives-Lille pour l'amélioration des ports de la Manche.

Les dépôts, souvent considérables, qui se forment à l'entrée des passes de la plupart des ports français de la Manche, ont constitué jusqu'à ces derniers temps le principal obstacle au développement de

restée indifférente aux efforts qui ont été faits dans ces dernières années dans le but d'améliorer le sort des ouvriers. Après avoir mûrement étudié les différents systèmes qui ont été proposés pour l'atteindre, elle a pris le parti d'intéresser les ouvriers de ses deux ateliers de Fives et de Givors dans les bénéfices réalisés chaque année. Elle a institué, à cet effet, des caisses de prévoyance qui fonctionnent depuis l'année 1883 dans chaque atelier.

Chacune de ces caisses est alimentée par un prélèvement de 8 % sur les bénéfices nets auquel vient s'ajouter ce qui reste d'une autre part de 2 % allouée par la Compagnie pour frais de service médical et autres dépenses de bienfaisance.

L'œuvre présente ainsi un caractère de générosité complète et exclut toute retenue sur les salaires. La somme totale chaque année est distribuée entre ceux qui ont satisfait à certaines conditions prévues au règlement, et proportionnellement au montant de leurs rétributions respectives pendant l'exercice ; les sommes attribuées sont versées à la Caisse des Retraites pour la vieillesse, et portées pour chacun des bénéficiaires à un compte provisoire qui ne devient leur propriété définitive que lorsque le titulaire a passé 15 années consécutives dans l'atelier. En outre, l'ouvrier est déchu de son droit s'il quitte volontairement l'atelier sans motif sérieux, ou s'il a encouru son renvoi avant l'expiration du terme fixé ci-dessus. Le placement fait à la Caisse des Retraites pour la vieillesse assure aux bénéficiaires une rente viagère avec capital réservé, et ce dernier fait retour à la famille de l'ouvrier, lors de son décès.

Cette organisation fonctionne régulièrement depuis 1883. Les sommes totales réparties jusqu'au 1^{er} janvier 1889 s'élèvent, savoir :

Pour l'atelier de Fives, à	Fr. 390.810 00
Pour celui de Givors, à	117.261 02
TOTAL	508.071 02

APERÇU DES TRAVAUX EXÉCUTÉS PAR LA COMPAGNIE DE FIVES-LILLE
DEPUIS SON ORIGINE

1^o Mécanique générale

Matériel de Chemins de fer

Locomotives et tenders

	Locomotives	Tenders
Chemins de fer Français	1.070	560
— Algériens	30	8
— Espagnols	66	66
— Italiens	40	22
— Russes	98	98
— Brésiliens	36	»
— Argentins	22	20
— Pour diverses entreprises	180	10
Ensemble	1.542	784

Ce matériel représente une valeur d'environ 90 000 000 de francs.

AFFÛTS

3 200 affûts pour canons de divers calibres se répartissant de la manière suivante :

	Nombre
Ministère de la Guerre	2.500
Ministère de la Marine	686
Gouvernement Japonais	14
Total	3.200

TOURELLE A ÉCLIPSE

Ministère de la Guerre français.

Une tourelle à éclipse pour deux canons longs de 155 millimètres, essayée au camp de Châlons pendant l'hiver 1887-1888.

DIVERS

Machines à découper les poudres.

Appareils à ceinturer les obus.

Planchettes de chargement, tubes lance-torpilles, etc.

Valeur approximative de l'ensemble de ce matériel 17 000 000 de francs.

Outillage hydraulique des Ports et des Gares.

Port d'Honfleur. — Engins hydrauliques pour la manœuvre hydraulique des hausses métalliques fermant les pertuis.

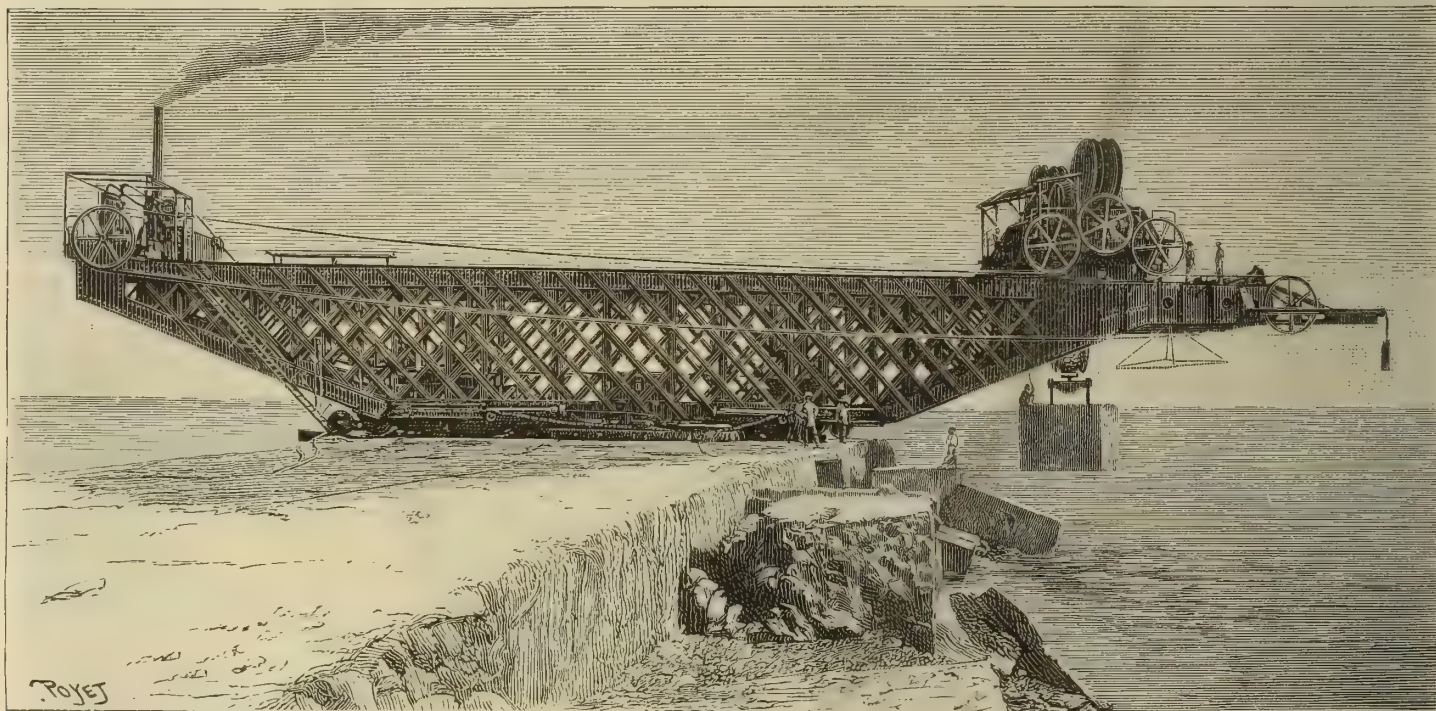


Fig. 5 — Jetée du port de la Réunion. Appareil roulant dit « Titan », pour la pose des blocs, construit par la Compagnie de Fives-Lille.

Wagons, essieux montés et freins continus à air comprimé système Wenger.

	Nombre
Wagons à châssis métalliques avec freins à vide pour le chemin de fer de Saint-Georges-de-Commiers à La Mure	200
Roues montées pour wagons	34.000
Essieux	42.000
Freins à air comprimé système Wenger pour voitures et wagons	7.800
Compresseurs pour freins à air	870

Ce matériel représente une valeur d'environ 9 000 000 de francs.

MATÉRIEL FIXE

	Nombre
Ponts tournants pour locomotives	85
Chariots roulants, transbordeurs, etc.	150
Grues hydrauliques pour prise d'eau	90
Appareils à injecter les bois pour les traverses	3
Un nombre considérable de croisements, changements de voie, plaques tournantes, réservoirs d'alimentation, etc.	»

Représentant une valeur d'environ 6 000 000 de francs.

L'ensemble du matériel de chemins de fer s'élève donc à 105.000.000 de francs.

Matériel d'artillerie

BOUCHES A FEU

264 bouches à feu de divers calibres se répartissant comme suit :

	Nombre
Ministère de la Guerre.	
Canons de 24 centimètres en fonte tubés et frettés en acier	76
Canons de 19 centimètres — — — — —	75
Obusiers de 22 centimètres (transformation).	75
Canons en acier de 7 centimètres	22
Ministère de la Marine.	
Canon d'essai de 34 centimètres, système Schultz	1
Canon d'essai de 10 centimètres, — — — — —	1
Gouvernement Japonais.	
Canons en acier de 12 centimètres.	14
Total	264

Nouvelles écluses de la Seine à Bougival. — Installation hydraulique pour la manœuvre des portes, des vannes et le halage des bateaux

Port de Saint-Malo-Saint-Servan. — Outillage hydraulique de deux écluses comprenant : Machines de compression d'eau, deux ponts roulants mus par l'eau sous pression, vannes, cabestans de halage, etc.

Bassin de la Villette. — Pont levant à soulèvement parallèle établi sur le prolongement de la rue de Crimée (à Paris).

Port de Cherbourg. — Outillage complet des écluses du port de commerce, comprenant notamment un pont tournant à soulèvement droit couvrant deux passes.

Port de Marseille. — Outillage des quais et des môles exploités par la Chambre de commerce.

Cette importante installation comprend :

3 Machines de compression d'eau ;

3 Accumulateurs ;

1 Grande bigue hydraulique à action directe à triple puissance de 25, 75 et 120 tonnes ;

27 Grues mobiles.

38 Cabestans de halage ;

3 Treuils mobiles « Jiggers » ;

Et 8 000 mètres environ de canalisation.

Port de Marseille. — Pour la Compagnie des Docks et entrepôts : 16 grues mobiles.

Les engins de manœuvre du grand pont tournant d'Arenne, couvrant une passe maritime de 50 mètres, et dont le tablier pèse plus de 1 200 tonnes.

Pour l'État. — Les appareils de manœuvre des ponts tournants de la traversée de l'Abattoir et de la Joliette.

Port de Calais. — Outillage des écluses et du bassin de batellerie, comportant :

Les machines de compression, les appareils de manœuvre de quatre paires de portes.

56 vannes avec leurs appareils de manœuvre ;

17 cabestans de halage, et une canalisation importante ;

Le matériel des formes de radoub ; machines d'épuisement et d'entretien, vannes et leurs appareils de manœuvre, etc.

Port de Dieppe. — Machines de compression d'eau ; engins de manœuvre du pont tournant à basculement établi sur la passe maritime du Pollet et des ponts tournants des écluses, cabestans de halage, etc.

Gare Saint-Lazare, à Paris. — Installations hydrauliques de la nouvelle gare des messageries et de la gare des voyageurs.

Port de Dunkerque. — Matériel des formes de radoub, comprenant :
Les machines d'épuisement avec moteur à action directe, type Compound ;
Les machines d'entretien, de compression d'eau, les vannes et leurs appareils de manœuvre ;
Cabestans de halage, etc. (en construction).

Port de Rouen. — Outillage hydraulique des nouveaux quais sud pour dix grues mobiles (en construction).

Installations hydrauliques diverses.

La valeur de ces travaux est d'environ 9 000 000 de francs.

Matériel de dragages.

Compagnie du chemin de fer et du Port de la Réunion. — 2 grandes dragues à godets.

Port de Dunkerque et de Calais. — 4 bateaux dragueurs à succion, dont

Un appointement avec treuil roulant à vapeur de 35 tonnes pour le port de Beni-Saf (Algérie).

La valeur de ces travaux est de 6500 000 francs.

Outillage pour ateliers.

Machines-outils et outillage des
Ateliers de réparation du chemin de fer d'Alençon à Condié,
de Frévent à Gamaches,
de Saint-Georges de Commiers à La Mure,
du Minho (Portugal),
du Tramroad de Nazareth (Brésil),
de Porto-Allègre (Brésil),
de Ciudad Real à Badajoz (Espagne),
de San Cristobal à Tucuman (République
Argentine),
du Venezuela.

Outillage des ateliers de réparation de Port-Arthur (Chine) et un nombre

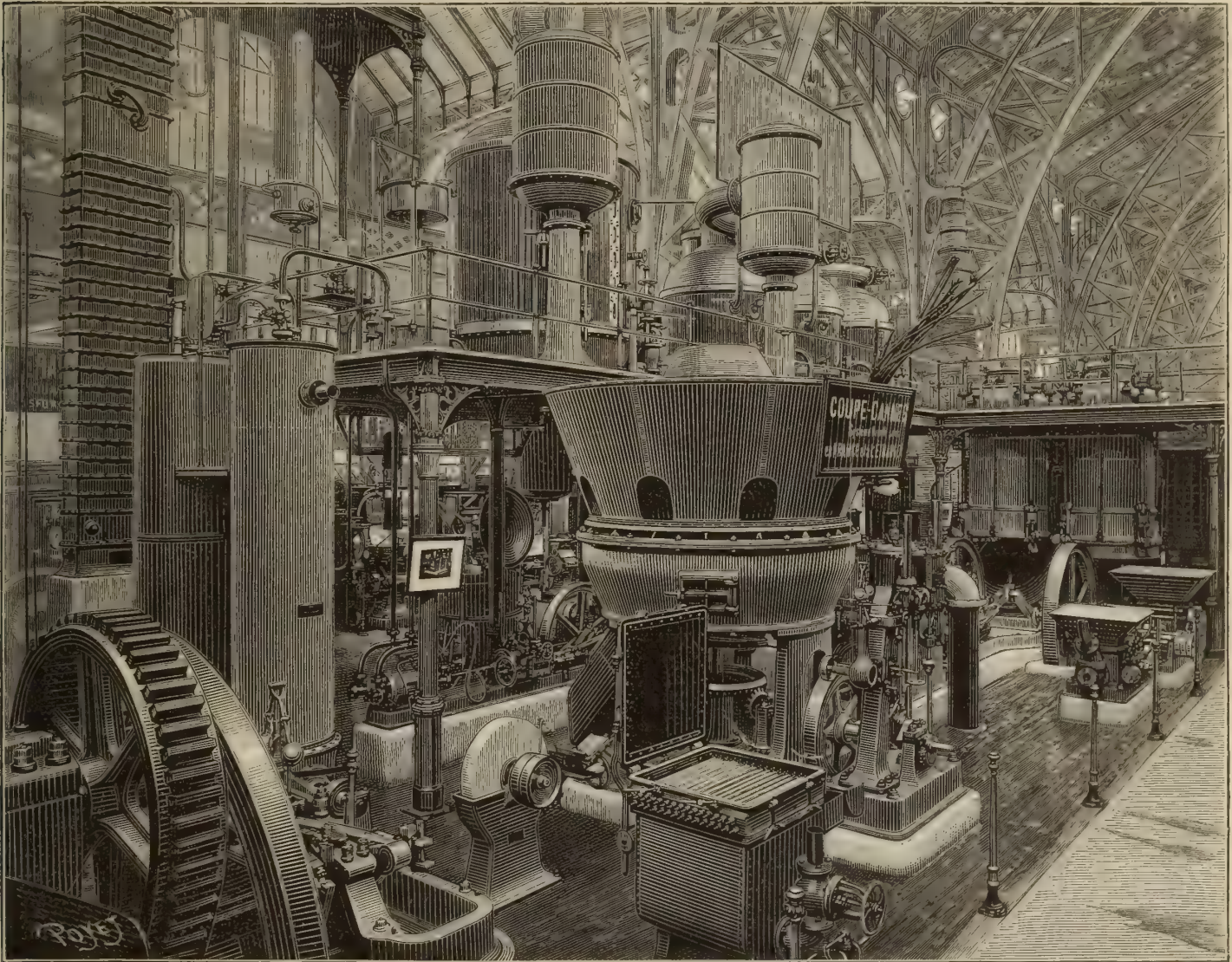


FIG. 6. — Vue générale de l'exposition de la Compagnie de Fives-Lille dans le Palais des Machines.

3 portant dans leurs puits 270 mètres cubes de déblais, ont une puissance d'extraction horaire pouvant atteindre 500 mètres cubes.

Fleuve Jaune (Chine). — 2 grandes dragues à succion, refoulant directement les déblais à une distance de 600 mètres du poste de travail, et à une hauteur de 4 à 5 mètres, au moyen de conduites flottantes en tôle d'acier.

La valeur de ces engins est d'environ 3500 000 francs.

Appareils de levage.

300 appareils de levage de divers types, à bras ou à vapeur, comprenant principalement :

Un grand appareil de transbordement et de mâtage, système Neustad de 50 tonnes, exécuté par l'arsenal de Toulon.

Un appareil de chargement pour canons de 100 tonnes, livré à la fonderie de Ruelle.

Deux pontons-bigues de 25 tonnes pour le port de Cherbourg.

Deux grues à vapeur à pivot tournant, de 120 tonnes, exécutées pour le service du gros pilon des usines de Saint-Chamond.

Un « Titan » pour la pose des blocs des jetées du port de la Pointe des Galets (Ile de la Réunion) et d'une puissance de levage de 125 tonnes.

Deux « Titans » pour la pose des blocs des jetées du port de Leixões (Portugal) d'une puissance de levage de 50 tonnes et permettant d'atteindre une portée de 44 mètres.

Une grue pivotante à col de cygne de 180 tonnes, en construction pour l'usine de MM. Marel frères, à Rive-de-Gier.

Une grue roulante à vapeur, à voie normale, de 25 tonnes.

considérable de machines-outils de toutes sortes livrées aux Administrations de l'État et à l'industrie privée.

La valeur de ces travaux s'élève à environ 7500 000 francs.

Matériel d'élévation d'eau.

	Chevaux
<i>Ville de Lille.</i> — Usine élévatrice comprenant :	—
4 machines avec pompes Girard à pistons plongeurs. Puissance en eau montée environ	400
<i>Canal du Berri.</i> — Deux machines élévatoires. Puissance en eau montée	160
<i>Compagnie générale des Eaux, à Paris.</i> — Trois usines élévatoires pour le service d'eau de la Ville de Paris, ensemble.	550
<i>Ville de Constantinople.</i> — Usine élévatrice près du lac de Derkos, comprenant six machines produisant ensemble en eau montée.	550
<i>Ville de Barcelone.</i> — Une grande machine élévatrice avec pompes Girard établies dans un cuvelage étanche de 25 mètres de profondeur. Puissance en eau montée (en construction)	370
et enfin un grand nombre de machines de moindre importance qu'il serait trop long d'énumérer.	

La valeur de ces diverses installations atteint le chiffre de 3500 000 francs.

Machines à vapeur, générateurs et appareils divers.

Sont compris dans cette classification :

Les machines motrices, fixes et locomobiles.

Les générateurs de vapeur et chaudières marines.
 Les machines d'extraction et compresseurs d'air pour les mines.
 Les appareils pour le traitement mécanique des minerais.
 Les bateaux et chaloupes à vapeur exécutés pour la marine française et l'industrie privée.
 Les installations frigorifiques, appareils à glace.
 Et enfin les appareils spéciaux se rapportant à diverses industries.
 Ces travaux représentent une valeur totale d'environ 18 000 000 de francs.

Récapitulation.

Matériel de chemins de fer	Fr. 105.000.000
Matériel d'artillerie	17.000.000
Outils hydraulique des ports et des gares	9.000.000
Matériel de dragages	3.500.000
Appareils de levage	6.500.000
Outils des ateliers	7.500.000
Matériel d'élévation d'eau	3.500.000
Machines à vapeur, générateurs et appareils divers	18.000.000
ENSEMBLE	Fr. 170.000.000

II. — Matériel de sucreries, de raffineries et de distilleries.

La Compagnie de Fives-Lille s'est appliquée, d'une part, à introduire ces industries dans les pays dont la situation en permettait la création, et d'autre part, à perfectionner l'outillage des usines existantes.

C'est ainsi qu'elle a installé les premières sucreries de betteraves d'Espagne,

152 appareils à triple effet, correspondant à une concentration de plus de 300 000 hectolitres de jus par 24 heures ;

208 chaudières à cuire dans le vide, correspondant à une capacité totale de 16 000 hectolitres de masse cuite ;

996 appareils centrifuges de divers systèmes ;

1 065 machines à vapeur à détente fixe et à détente variable correspondant à une puissance de 19 385 chevaux-vapeur ;

796 générateurs de divers systèmes correspondant à une surface de chauffe totale de 72 890 mètres carrés ;

38 appareils à distiller produisant par 24 heures 121 600 litres de tafia ;

19 appareils à rectifier produisant par 24 heures 52 200 litres d'alcool fin à 90 degrés centésimaux, etc., etc.

Les principaux établissements où fonctionne cet immense matériel sont, outre ceux actuellement possédés par la Compagnie elle-même, la raffinerie de Barbary, qui peut produire par 24 heures 30 000 kilogr. de sucre en blocs raffinés, les sucreries les plus importantes de la Guadeloupe, de la Martinique, de la Réunion et de Cuba, avec installation de la diffusion de la canne, celles de Mossarah-el-Samalout (Egypte), qui peut traiter 1 800 000 kilogr. de cannes par 24 heures, de Guissaman (Brésil) et de La Italia (Saint-Domingue) traitant toutes deux 500 000 kilogr. de cannes, la raffinerie du Caire qui peut produire 15 000 kilogr. de sucre en pain par journée de 12 heures, etc., en Angleterre celles de MM. Tate et Sons de Londres et de Liverpool, de M. Duneau, de Bristol, etc., etc. Outre ces installations, qui sont les plus considérables, la Compagnie de Fives-Lille en a construit un grand nombre d'autres en Espagne, dans la République Argentine, à Java, et dans les colonies anglaises, espagnoles, au Japon, etc.

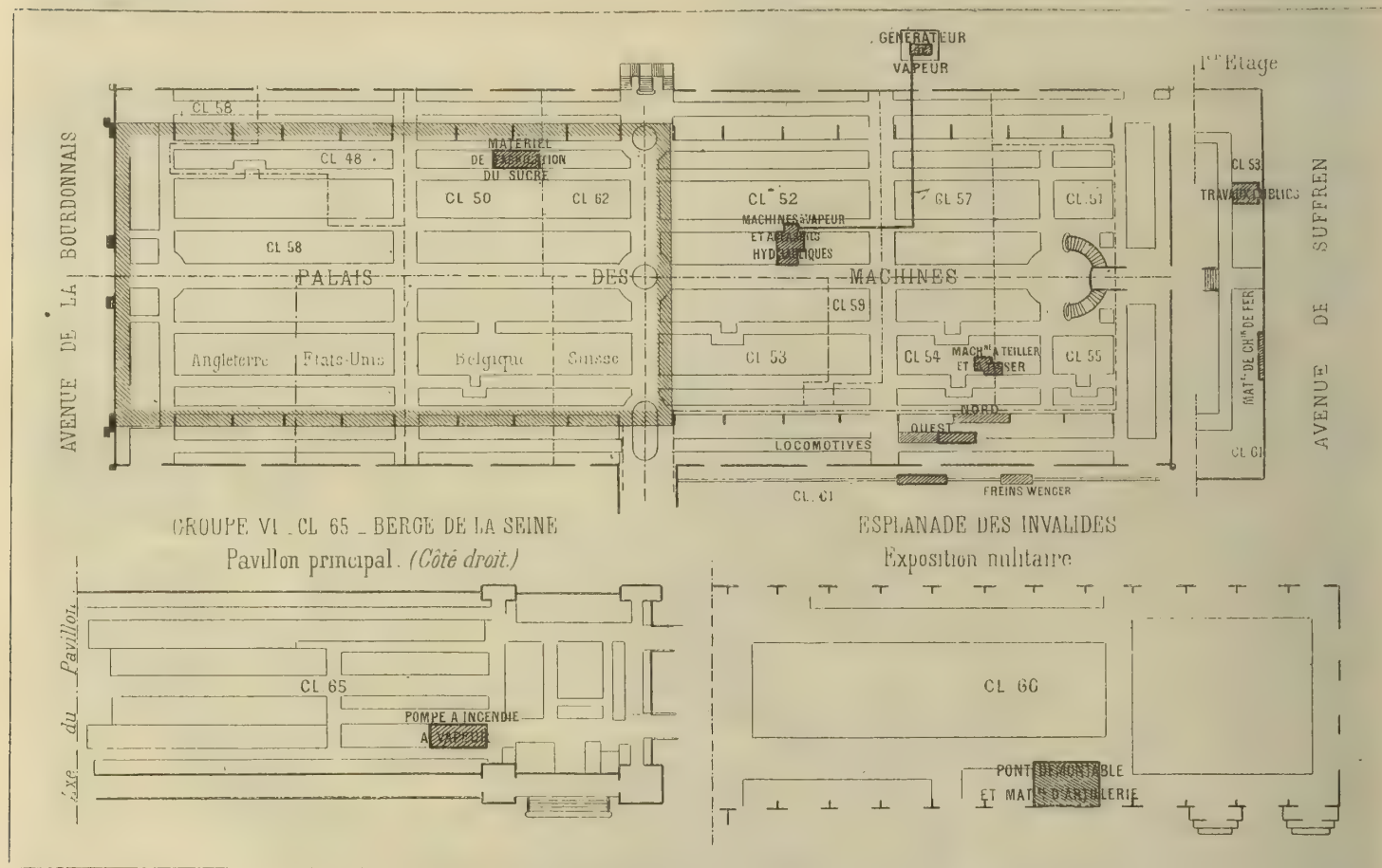


FIG. 7. — Emplacement des diverses expositions de la Compagnie de Fives-Lille à l'Exposition de 1889.

du Japon et du Chili, et les premières raffineries qui ont fonctionné en Egypte et dans la République Argentine.

En France, en dehors des Sucreries et Raffineries nouvelles qu'elle a montées, la Compagnie de Fives-Lille a surtout développé l'usage de la diffusion, de la filtration mécanique, des filtres-presses à lavage absolu, etc.

Le nombre des batteries de diffusion de betteraves installées en France par elle atteint actuellement quatre-vingts.

Pour le traitement de la canne à sucre, elle a monté un grand nombre de fabriques à Java, en Australie, au Pérou, dans la République Argentine, etc. En dehors des perfectionnements qu'elle a apportés à l'outillage des sucreries de cannes, elle a modifié l'ancien procédé d'extraction par moulins, en appliquant la diffusion, soit à la bagasse, soit directement à la canne. C'est ainsi qu'après de nombreuses études et divers essais, elle a monté en Espagne, dès les années 1884-85, la première diffusion avec vases coniques pour le traitement de la bagasse, et la première fabrique de sucre installée avec la diffusion de la canne.

Depuis, les améliorations qu'elle a apportées aux appareils à couper la canne et aux foyers utilisant comme combustible les cossettes épuisées, ont rendu tout à fait pratique l'emploi de la diffusion de la canne ; il est aujourd'hui reconnu que ce procédé a pour résultat, non seulement l'extraction complète du sucre de cette plante, mais encore une grande simplification et une grande économie dans la conduite du travail ultérieur, en raison de la pureté des jus obtenus, ce qui permet de les déléguer dans les diffuseurs mêmes, pour les envoyer ensuite directement à l'appareil d'évaporation.

Depuis l'année 1870, époque à laquelle la Compagnie de Fives-Lille a commencé la construction du matériel de sucrerie, de raffinerie et de distillerie, elle a exécuté pour ces industries :

74 moulins à cannes correspondant à un travail total de 15 millions de kilogrammes de canne en 24 heures ;

III. — Ponts et Charpentes métalliques et fondations pneumatiques.

Les constructions métalliques de différentes sortes et les fondations pneumatiques exécutées par la Compagnie de Fives-Lille, de 1858 à 1883, se résument comme ci-après :

Nombre d'ouvrages.	Désignation des ouvrages.	Tonnage.
1642	Ponts de chemins de fer	78.076
76	Ponts de routes, dont six monumentaux, établis dans de grandes villes	20.094
8	Ponts mobiles à mouvements hydrauliques et titans	3.684
	Fondations à l'air comprimé	4.976 (1)
9	Charpentes monumentales. Gares Terminus. Expositions. Edifices	14.766
90	Charpentes pour chemins de fer et divers	16.299
174	Charpentes pour bâtiments de sucreries et appareils	10.945
49	Constructions maritimes, mines et divers	6.914
	Soit un tonnage total de	155.754

La valeur de ces travaux est de 120.000.000 de francs.

Nous citerons particulièrement :

Parmi les ponts de chemins de fer :

(1) Ce tonnage correspond seulement aux caissons de fondations d'ouvrages en maçonnerie. Les caissons des autres fondations sont compris dans le tonnage des ponts auxquels elles se rapportent.

a. — *En France.* — Le viaduc à deux voies de la Vézérone (1860), 96^m 20 en trois travées, dont une centrale, de 53 mètres de portée et où, pour la première fois en France, on a fait usage des poutres du type à treillis sans montants verticaux.

Le pont double (1872 et 1879) sur l'Yonne, à Sens, fondé sur piles et culées tubulaires à l'air comprimé (220 mètres en quatre travées).

Le viaduc sur la Saï-Saï (1888), arche de 68 mètres de portée à trois articulations, sur courbe de 300 mètres (c'est le premier pont à grande portée articulé à la clef, qui ait été construit).

b. — *En Hollande.* — Le pont à une voie sur l'Yssel; 474 mètres dont une partie centrale de 150 mètres en deux travées de 75 mètres, une partie tournante à double volée de 41 mètres.

c. — *En Danemark.* — Le pont à une voie sur le Lümfiord entre Aalborg et Norre-Sundry (1875-1878): 353 mètres en deux groupes de deux travées fixes de 63 mètres de portée chacune, une partie centrale tournante à double volée de 54 mètres, et une travée de décharge.

Piles et culées fondées sur caissons descendus à l'air comprimé à travers des vases molles de 35 à 36 mètres au-dessous du zéro (c'est la plus grande profondeur qui ait été atteinte à l'air comprimé).

d. — *en Autriche-Hongrie.* — Le pont double sur le Danube à Tulln (1872 et 1874) pour le chemin de fer à deux voies François-Joseph et la route provinciale, 440 mètres en cinq travées de 85 et 90 mètres de portée. Fondations à l'air comprimé.

e. — *En Serbie.* — Le pont sur le Danube à Neusatz. 432 mètres en cinq travées de 76^m 92 et 96 mètres de portée: fondations à l'air comprimé, parmi

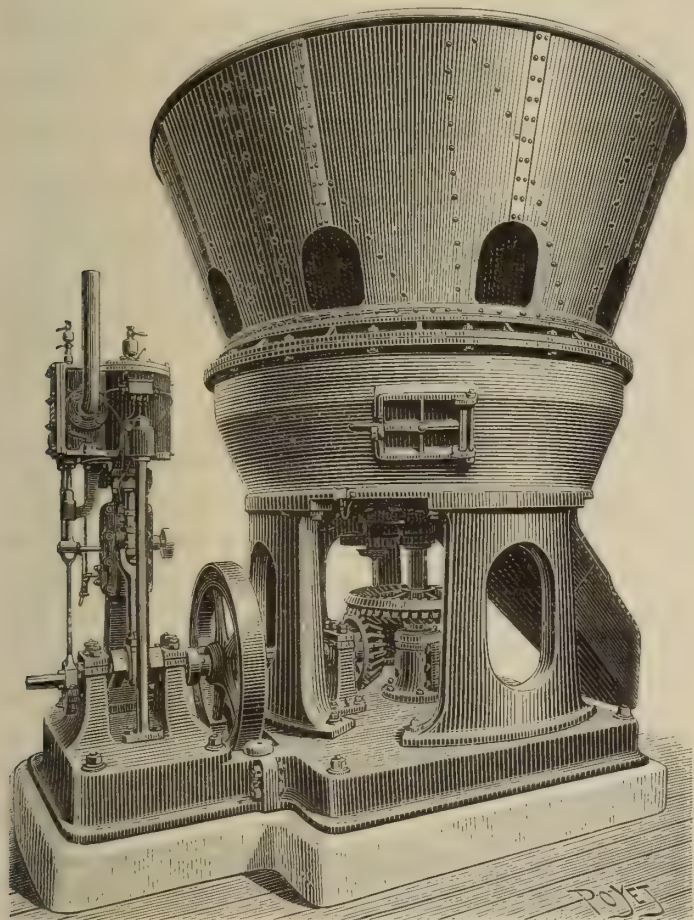


FIG. 8. — Grand broyeur de cannes à sucre.

lesquelles une pile assise sur un banc de serpentine incliné, dérasé à 10 mètres sous l'eau.

Le pont sur la Save à Belgrade, 460 mètres en cinq travées de 85 et 96 mètres de portée, fondations à l'air comprimé.

Parmi les ponts pour routes:

a. — *En France.* — Le pont sur la Garonne à Langoiran (Gironde); piles fondées sur caissons à l'air comprimé, plancher en tôles embouties, 200 mètres en trois travées, deux travées de décharge (1879-1880).

b. — *En Egypte.* — Le pont sur le Nil, au Caire, fondations à l'air comprimé, 342 mètres en sept travées de 46 et 50 mètres, plus une partie tournante de 64 mètres à deux volées (1869-1871).

Parmi les ponts monumentaux:

a. — *En France.* — Celui de l'Europe, exécuté en collaboration avec la Société J. F. Cail et C^{ie} (1866-67).

Le pont Boieldieu sur la Seine à Rouen (fig. 4), et le pont Lafayette à Lyon, tous deux de 20 mètres de largeur.

b. — *En Autriche-Hongrie.* — Les deux ponts sur le canal du Danube à Vienne (1872).

Parmi les ponts mobiles à mouvement hydraulique:

Celui de la passe d'Arenç à Marseille (1886-1888), avec une ouverture de 50 mètres pour la passe.

Pont-levant sur le canal de l'Oureq, donnant passage à la rue de Crimée, à Paris.

Comme charpentes monumentales:

Une partie de l'anneau elliptique de la grande galerie des Machines en 1867. 2 683 tonnes.

La Galerie des Machines, côté Labourdonnaï à l'Exposition de 1878 (3 990 tonnes).

L'Hippodrome de Paris (1878)

Charpente de la gare d'Orléans à Orléans } 1 290 tonnes.

Moitié de la grande galerie des Machines à l'Exposition de 1889 (3 995 tonnes).

Nous allons maintenant passer sommairement en revue les machines et appareils divers présentés par la Compagnie de Fives-Lille à l'Exposition de 1889. La figure 7 indique les emplacements occupés par les diverses expositions.

Classe 50. — APPAREILS DE SUCRERIE, DE RAFFINERIE ET DE DISTILLERIE

Les appareils qui figuraient dans cette classe étaient les suivants:

Un coupe-cannes avec moteur (fig. 8), servant à couper les cannes en tronçons minces ou cossettes, que l'on soumet ensuite au traitement de la diffusion; sa production peut atteindre 400 000 kilogr. de cossettes par 24 heures.

Des diffuseurs de cannes destinés à recevoir les cossettes de cannes qui

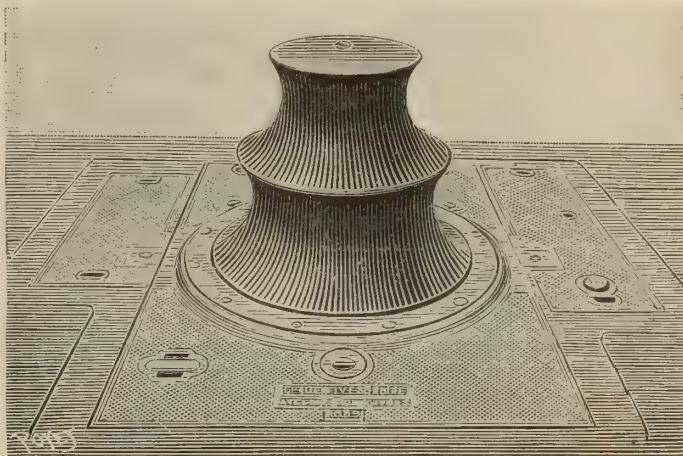


FIG. 9. — Tambour du cabestan hydraulique.

doivent subir le traitement de la diffusion; chacun d'eux a une capacité utile de 40 hectolitres. La figure 6 représente l'installation complète d'une batterie de diffuseurs.

Un filtre mécanique à plateaux (système Danek) pour jus et sirops de cannes, se composant d'un vase fermé par un couvercle mobile, et dans lequel sont disposés des plateaux filtrants ondulés en tôle de fer galvanisée.

Un filtre-pressé à lavage absolu, employé pour le traitement des jus troubles et des écumes de sucreries de betteraves et de cannes, afin d'obtenir la séparation du jus qui contiennent ces dépôts, lesquels restent à l'état de tourteaux dans les cadres. Il est disposé pour permettre le lavage des tourteaux après l'extraction du jus, afin d'enlever la petite quantité de sucre qu'ils peuvent encore contenir.

Un compresseur d'air (système Wenger) appliqué en sucrerie pour comprimer l'air nécessaire au séchage des tourteaux dans les filtres-pressés à lavage absolu, ainsi que pour les batteries de diffusion de betteraves.

Un appareil d'évaporation dans le vide à basse température et à triple effet,

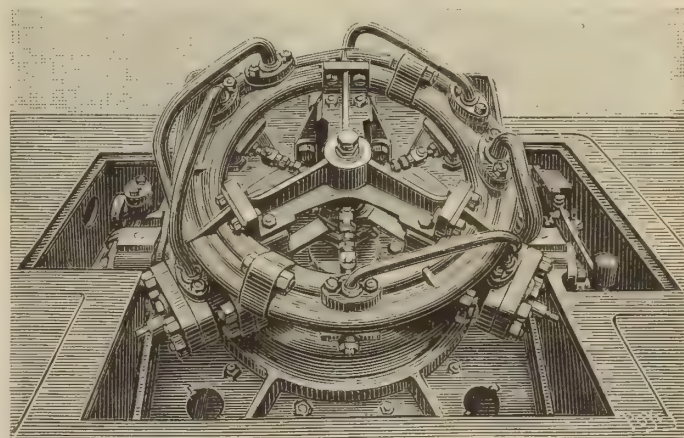


FIG. 10. — Moteur du cabestan hydraulique.

à distribution circconférentielle de vapeur, et pouvant concentrer jusqu'à 25° Baumé, 2 600 hectolitres de jus sucré en 24 heures. Il est accompagné d'un vide-sirops, d'un vase de sûreté vertical, et d'un condenseur à injection.

Une pompe à air horizontale à double effet, avec pompe à jus, pompe à sirops et pompe à eau de retour. Ces appareils sont à clapets mécaniques et commandés par une machine à vapeur à détente fixe sans condensation.

Une chaudière close pour cuire en grains dans le vide et capable de donner 90 hectolitres de masse cuite à chaque opération. Elle est accompagnée d'un vase ralentisseur Hodek, d'un vase de sûreté vertical, et d'un récipient régulateur de pression pour retour d'eau de la chaudière.

Deux malaxeurs élévateurs de masse cuite, permettant le malaxage, le transport et l'élévation en conduite fermée des masses cuites sucrées, afin d'éviter les pertes et de rendre le travail plus propre.

Un appareil à force centrifuge pour la fabrication des sucres en blocs ou plaquettes.

Une machine à casser les plaquettes de sucre en morceaux cubiques.

Un appareil de distillation continue avec plateaux rectificateurs, capable de distiller, par 24 heures, 500 hectolitres de jus fermenté d'une richesse de 3 à 4 % et de produire 2 000 litres d'alcool rectifié à 90°.

Un appareil à glace à acide sulfureux anhydre (système Raoul Pictet) comportant divers perfectionnements sur l'appareil primitif de 1878, ayant pour objet de réduire la force motrice dépensée, ainsi que la consommation d'eau en même temps qu'ils réalisent de grandes facilités d'installation.

Classe 52. — APPAREILS DE MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Générateur de vapeur semi-tubulaire à foyer intérieur cylindrique amovible, et à réservoir supérieur de vapeur.

Une machine à vapeur horizontale à détente variable par le régulateur et à condensation. Elle développe une puissance de 115 chevaux indiqués dans le cylindre avec de la vapeur à 5 kilogr. admise pendant $\frac{1}{10}$ de la course, et à la vitesse de 50 tours par minute. L'introduction est variable de 0 à 60 % de la course du piston à vapeur. La distribution se fait par deux tiroirs plats actionnés par des chariots avec leviers à déclat. Le régulateur actionne les taquets de butée des déclats au moyen d'un système de leviers portant des écrous de réglage. Le graissage du cylindre à vapeur est fait à l'huile au moyen d'un graisseur à condensation. L'huile est introduite dans le conduit de vapeur avant l'entrée dans les boîtes à tiroirs. Le graissage des autres parties frottantes s'effectue avec de la graisse semi-fluide contenue dans des godets avec couvercles à vis, dont la descente refoule la graisse dans les canaux de graissage.

Des machines du même système, mais de dimensions plus fortes, appliquées à l'élévation des eaux de la distribution de Lille, ont donné un effet utile en eau élevée de 84,56 % du travail indiqué dans le cylindre.

L'ensemble des dispositions du générateur et de la machine qu'il alimente exclusivement a été combiné de manière à permettre d'observer et de relever avec exactitude et d'une manière permanente, toutes les circonstances du fonctionnement des deux appareils.

Appareil d'épuisement des formes de radoub au port de Dunkerque. Cet appareil est l'un des quatre qui servent à l'épuisement des formes. L'installation comprend en outre deux appareils d'entretien à sec de celles-ci, deux machines de compression d'eau pour faire mouvoir les vannes et les cabestans hydrauliques, une machine de condensation commune aux deux précédentes, et un accumulateur d'eau sous pression. Toute cette installation a été fournie par la Compagnie de Fives-Lille.

L'appareil exposé comprend une machine verticale Compound à détente variable dans le petit cylindre, et à condensation, par mélange (2^e 400 de diamètre) et une pompe centrifuge de grandes dimensions actionnée par la machine.

Les tiroirs de distribution des deux cylindres sont équilibrés par des pistons compensateurs fixés à la partie supérieure de leur tige.

La durée d'épuisement avec les quatre machines sera d'environ 3 heures $\frac{1}{2}$,

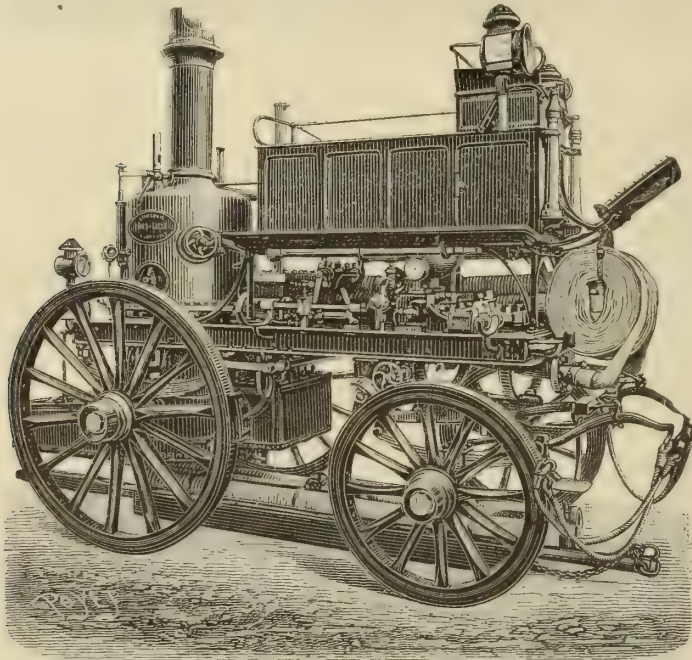


FIG. 44. — Pompe à incendie.

au lieu de 4 heures accordées par le contrat. Le volume de la plus grande forme à épuiser est de 44 000 mètres cubes, et la hauteur maximum de l'élévation d'eau atteint 7 mètres.

Grue hydraulique mobile pouvant lever 1 250 kilogr. faisant partie de l'outillage que la Chambre de commerce de Rouen fait installer sur les nouveaux quais de la rive gauche de la Seine; portée utile 7^m 500.

Cabestan hydraulique à deux vitesses du type adopté par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest (fig. 9 et 10) (1).

Bigue hydraulique à action directe et à triple puissance de 25, 75 et 120 tonnes, employée au port de Marseille (2).

Installation de compresseurs d'air pour force motrice aux mines de Gérés-Lanteira (Espagne).

Cette installation est appelée à utiliser la force motrice d'un cours d'eau pour la transporter aux mines et aux usines situées à 4 kilomètres environ de cet emplacement et à un niveau plus élevé.

Chaque compresseur comprend deux cylindres égaux actionnés par une turbine à injecteur partiel intérieur du système Girard. L'eau est amenée aux injecteurs des cinq turbines par un collecteur en tôle de 1 mètre de diamètre. Chaque appareil est de 80 chevaux environ. L'air est comprimé à la pression de 4 kilogr. $\frac{1}{2}$ effectifs, et envoyé aux machines motrices par une conduite en tôle d'acier de 300 millimètres de diamètre intérieur, formée de tronçons de 6 mètres de longueur, assemblés avec des joints à brides en cornière, avec un cordon de caoutchouc interposé.

La difficulté des transports a obligé à fractionner les machines en pièces ne dépassant pas 1 500 kilogr.

Classes 54 et 55. — MATÉRIEL DE FILATURE ET DE TISSAGE

Deux machines à teiller le lin disposées de manière que l'une travaille les pointes des tiges et l'autre les têtes. Un système de deux machines peut traiter 1 200 à 1 800 kilogr. de lin par journée de 10 heures.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XI, n° 24, p. 393.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XII, n° 21, p. 324.

Machine à tisser les filets de pêche semblables aux filets faits à la main, système Ch. Galland et Chaunier (1).

Classe 61. — MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER.

Locomotive-tender à six roues couplées, faisant partie d'une série de dix locomotives en exécution pour la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest français. Poids en service 41 700 kilogr.

Locomotive-tender à six roues couplées et à voie de 1 mètre exécutée pour la Compagnie française des Chemins de fer argentins. Poids en service 18 000 kilogr.

Locomotive à grande vitesse à 4 roues couplées, avec tender séparé, faisant partie d'un lot de 15 machines semblables, en construction pour la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest français, et exposée par cette Compagnie.

La Compagnie de Fives-Lille présentait, en outre, au premier étage de la Galerie des Machines, les photographies suivantes :

Locomotive à 4 roues couplées avec avant-train (voie de 1 mètre) pour le Chemin de fer de Pernambuco.

Locomotive-tender à 4 roues couplées (voie normale et voie de 1 mètre) pour service d'atelier.

Locomotive à six roues couplées (voie normale), pour le Chemin de fer de l'Ouest-Algérien.

Locomotive-tender à six roues couplées (voie normale), pour le Chemin de fer de Caen à la mer.

Locomotive-tender à six roues couplées, avec essieu porteur, muni de boîtes radiales, système Ed. Roy.

Locomotive-tender à 8 roues couplées (voie normale), pour le Chemin de fer des Mines d'Anzin.

Locomotive-tender à 8 roues couplées à deux trains articulés, système Meyer (voie normale).

Matériel pour la traction à vapeur sans feu, système Lamm et Francq.

Un projet de locomotive du même système pour le Chemin de fer Métropolitain de Paris (projet Deligny).

Classe 63. — MATÉRIEL ET PROCÉDÉS DU GÉNIE CIVIL, DES TRAVAUX PUBLICS ET DE L'ARCHITECTURE.

Outre les photographies de tous les ouvrages métalliques que nous avons déjà cités parmi les principaux construits par la Compagnie de Fives-Lille, son exposition comprenait dans cette classe :

a. Une portion de travée de pont portatif en acier, pour routes et petit chemin de fer à voie de 0^m 60. Cette travée contient trois panneaux de trois mètres chacun; les assemblages sont faits exclusivement avec des boulons tournés. Toutes les pièces sont rectilignes et interchangeables: on peut former le treillis des poutres avec des barres doubles disposées en N ou avec des barres simples disposées en X, ou enfin en combinant les deux systèmes dans la longueur d'une même poutre.

La voie est établie en saillie sur le platelage, ou se pose sur traverses métalliques en passage à niveau, tandis que le plancher en bois en demeure indépendant.

C'est d'après ce type que vient d'être établie une passerelle de 360 mètres de longueur destinée à franchir le Var, et qui a donné des résultats satisfaisants.

b. Un tronçon de poutre pour pont portatif plus léger, du même système que le précédent.

c. Un modèle de réduction au $\frac{1}{50}$ du pont tournant établi sur la passe maritime d'Arc, de 50 mètres d'ouverture, à Marseille.

d. Un modèle en réduction au $\frac{1}{50}$ du « Titan » destiné à la pose des blocs artificiels des jetées du port de Leixões (Portugal). Ces blocs pesant 50 tonnes doivent être amenés à une distance de 29 mètres du centre de rotation; pour des charges inférieures à 15 tonnes, la distance peut être portée à 44 mètres, ce qui permet d'exécuter les enrochements les plus éloignés par de très mauvais temps (1885).

e. Un modèle en réduction au $\frac{1}{50}$ du pont en arc sur la Saf-Saf de la ligne de Tabia à Tlemcen (chemin de fer de l'Ouest-Algérien).

Ce pont, actuellement en voie d'exécution, est situé sur une courbe de 300 mètres de rayon et en rampe de 0^m 011 par mètre: il comporte une travée en arc de 70 mètres de corde et de 6^m 70 de flèche, et présente cette particularité que les arcs sont du système à trois articulations dont deux aux retombées et une à la clef. C'est le premier pont en arc à trois articulations, à grande portée, qui ait été construit.

Ce système n'a pas été emprunté, comme on pourrait le croire, à celui des fermes du Palais des Machines de l'Exposition, ainsi que le prouve le projet présenté en 1885 par la Compagnie de Fives-Lille pour la construction d'un pont sur le Hawkesbury (Australie).

Pour établir la continuité des arcs, le pont sur la Saf-Saf présente des colliers embrassant les coussinets circulaires du pivot de la clef; celle du contreventement dans le sens horizontal, nécessaire pour équilibrer les efforts dus au vent et à l'action de la force centrifuge, est assurée par un axe entretoisant les deux arcs, et aux extrémités duquel s'attachent les barres des divers réseaux de contreventement.

Une disposition analogue, proposée par la Compagnie de Fives-Lille pour les fermes du Palais des Machines de l'Exposition, a été adoptée après que l'expérience en eut fait reconnaître l'utilité.

f. — Parmi les nombreuses photographies d'ouvrages construits par la Compagnie, il convient encore de signaler: 1^o celles du « Titan », fourni pour la pose des blocs du port de la Réunion (fig. 5), manœuvrant des blocs de 120 à 130 tonnes et les immergeant à une profondeur de 12 mètres au-dessous du niveau de la mer. La portée pour l'immersion des plus gros blocs est de 13 mètres, mesurée à partir de l'axe de rotation de l'appareil, et de 19^m 25 pour des blocs ne dépassant pas le poids de 40 tonnes;

2^o Les vues représentant les moyens complètement nouveaux employés pour la mise en place des fermes et travées de la moitié du Palais des Machines, dont l'exécution a été confiée à la Compagnie de Fives-Lille, et qui a fait l'objet d'une description complète dans le *Génie Civil* (2);

3^o Les travaux de fonçage, à l'air comprimé, des piles et culées des ponts et viaducs sur lesquels le chemin de fer de Cavignac à Bordeaux franchit la vallée de la Dordogne à Cubzac. Les fondations des piles du pont ont été descendues à 28 mètres sous le niveau des marées ordinaires; les culées sont surmontées de portiques monumentaux séparant les viaducs du pont.

4^o Les dragues à suction construites pour l'approfondissement des ports de Dunkerque et de Calais (dragues porteuses de 270 mètres cubes de capacité), et celles pour les dragages du fleuve Jaune, refoulant les déblais par conduite flottante.

Classe 65. — MATÉRIEL DE LA NAVIGATION ET DU SAUVETAGE (Berge de la Seine).

Une pompe à incendie (fig. 11) à trois cylindres moteurs horizontaux comman-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIII, n° 16, p. 241.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XI, n° 27, p. 425.

dant chacun un corps de pompe à eau à simple effet à l'aspiration et à double effet au refoulement. La chaudière est verticale, à tubes pendants et à circulation d'eau. La disposition spéciale qu'elle présente permet de laisser tomber la pression, si l'un des tubes vient à être avarié, de transformer le tube défectueux et de remettre en pression dans un espace de temps de 20 à 25 minutes.

Les expériences de mise en pression et de projection, au quai du Wault, à Lille (1887), ont permis de constater :

- 1° Que la mise en pression de la chaudière s'effectue en 10 minutes ;
- 2° Que les projections de jets de 30 ^m/_m de diamètre atteignent 40 mètres de hauteur verticale et 50 mètres de longueur horizontale ;
- 3° Que les jets restent pleins et cylindriques jusque vers leur extrémité de projection, ce qui tient à la forme particulière des ajutages ;
- 4° Que l'aspiration se fait aisément à 6^m 50 de hauteur verticale avec un développement de tuyaux de 12 mètres.
- 5° Enfin, que le débit atteint 1 800 litres par minute à la vitesse modérée de 190 tours.

Classe 66. — MATÉRIEL ET PROCÉDÉS DE L'ART MILITAIRE (Bâtiments de la Guerre à l'Esplanade des Invalides).

a. — Ponts militaires démontables en acier doux, pour portées variant de 30 à 45 mètres, et disposés pour chemin de fer en même temps que pour route. Ce système de ponts, étudié par la Compagnie de Fives-Lille, conformément aux conditions indiquées par M. le commandant du Génie Henry dans le brevet pris par lui en 1880, présente les caractères principaux suivants :

- 1° Identité de tous les éléments-types de même ordre employés pour la formation de travées.
- 2° Faculté de former avec des éléments-types invariables des poutres de deux hauteurs différentes pour portées maxima de 30 et 45 mètres ;
- 3° Assemblage des principaux éléments entre eux par un boulon d'articulation unique, travaillant exclusivement au cisaillement ou à la flexion, son écrou pouvant être desserré ou enlevé sans compromettre la sécurité ;
- 4° Symétrie parfaite des éléments de la construction et répartition précise des efforts dans l'axe des pièces ;
- 5° Grande valeur du moment de résistance transversale des membrures des poutres, en vertu de laquelle le lançage de travées de toutes portées peut se faire sans avant-bec, et dans des conditions de sécurité exceptionnelles ;
- 6° Enfin, nombre restreint d'éléments-types et de boulons.

b. — Truck pour les canons de 120 tonnes de la marine française. Ce truck, construit pour la fonderie de Ruelle, est composé de deux trains bogies à six essieux, chacun portant les rotules et les glissières d'appui d'un pont en tôle d'acier, sur lequel se place la charge. Il peut passer dans des courbes de 120 mètres de rayon. Chacun des deux bogies peut, le fond étant enlevé, transporter isolément un canon de 60 tonnes.

c. — Machine à ceinturer les projectiles. Cet appareil, employé dans plusieurs arsenaux de l'État, agit par choc et se compose d'un bâti principal avec douille formant coulisse, dans laquelle se meut le porte-marteau. Celui-ci est soulevé par une came qui agit sur un galet pouvant être déplacé sur le porte-marteau et permettant ainsi d'en varier la course sans changer la came. Un taquet mû par un levier à main peut maintenir le porte-marteau levé à sa position supérieure, sans le secours de la came.

d. — Docks flottants pour torpilleurs de 40 mètres. Ces docks, au nombre de 14, sont construits en tôles et en profilés d'acier zingué et divisés en compartiments étanches destinés à être remplis d'eau pour provoquer l'immersion, et six puits qui doivent rester vides.

Le corps des docks proprement dit est composé d'un caisson central de 25 mètres de longueur.

Les épreuves de réception des docks déjà livrés ont permis de constater que le tirant d'eau léger est de 525 millimètres et que l'immersion peut se faire aisément en 45 minutes. Le cahier des charges accordait respectivement 530 millimètres d'eau lège, et une heure pour l'immersion. La puissance des pompes est établie pour produire l'épuisement en 45 minutes.

Ces types si variés d'ouvrages de toute nature, le grand nombre d'appareils répondant à des besoins spéciaux, enfin les entreprises considérables de travaux publics auxquelles la Compagnie de Fives-Lille participe, permettent de constater l'énorme activité qu'elle déploie dans les branches les plus diverses de la construction. L'extension de ses installations, soit mécaniques, soit sucreries dans les pays étrangers, prouve également la bonne réputation dont elle jouit hors de France, et les succès qu'elle y obtient sont d'autant plus remarquables, qu'elle a à lutter, notamment dans l'Amérique du Sud, contre la concurrence des maisons anglaises, américaines, belges et allemandes, favorisées les unes par le bas prix de la main-d'œuvre, les autres par celui des matériaux de toute sorte, et toutes par la moindre charge d'impôts. Nous ne pouvons que lui souhaiter de continuer dans les voies qu'elle s'est si largement tracées, et où sa puissante action n'a cessé de s'exercer au grand profit de sa prospérité personnelle et de la bonne renommée des constructeurs français.

G. RICHOU,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

LA GRÈCE À L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

Le rôle considérable qu'ont rempli les peuples de la Grèce pendant une longue période de l'Histoire universelle, doit être attribué en grande partie à sa situation géographique. Bornée au nord par la Turquie, à l'est par l'Archipel, au sud par la Méditerranée et à l'ouest par la mer Ionienne, la Grèce, considérée dans son relief général, présente ce trait distinctif, d'être partagée en un grand nombre de petits bassins indépendants et séparés les uns des autres par un rempart de montagnes.

La disposition du sol s'est prêtée jadis au fractionnement des races grecques en une multitude de petites républiques autonomes. Chaque cité avait son fleuve, son amphithéâtre de collines ou de montagnes, son acropole, ses champs, ses vergers et ses forêts ; presque toutes avaient aussi leur débouché vers la mer. Mais si la Grèce est diverse à l'infini, elle est une par la mer qui la baigne, la pénètre, la découpe en franges et lui donne un développement de côtes extraordinaire.

Le royaume de Grèce est une contrée généralement montagneuse. Les terres se divisent en arrosables et en terres sèches ; ce sont ces

dernières qui dominent, malgré les travaux importants d'irrigation faits depuis quelques années. Au point de vue agricole, le sol se divise en quatre espèces principales : le sol argilo-calcaire, propre à la culture des céréales et particulièrement à celle de l'orge, ainsi qu'à la culture du figuier et de l'olivier ; le sol argileux, entremêlé de cailloux, qui est très fertile, surtout s'il est arrosable ; le sol sablonneux, qu'on ne rencontre guère que sur les côtes de la mer et les bords des rivières ; les terrains volcaniques des îles de l'Archipel, qui sont très propres à la culture de la vigne. Le jour où le reboisement des montagnes sera sérieusement étudié et entrepris, la fertilité de la Grèce et son climat auront fait un progrès immense. Là est l'avenir.

La superficie du royaume est d'environ 50 000 kilomètres carrés, et la population de 2 150 000 habitants.

La Grèce est petite, et cependant la variété des climats y est fort grande. Le contraste des montagnes et des plaines, des régions forestières et des vallées arides, des côtes exposées au nord et de celles qui sont tournées vers le sud, produit dans les climats locaux de remarquables oppositions.

Sous le rapport de l'agriculture, la Grèce a de grands progrès à accomplir ; car, sur cinq millions d'hectares, on estime que la moitié est encore en friche. Cependant les produits agricoles sont déjà nombreux : la garance, le tabac, le maïs, le sésame, toutes les espèces de céréales et de légumineuses, le coton, etc. Le mûrier est cultivé dans beaucoup de localités, et l'élève des vers à soie a pris une très grande extension.

Parmi les arbres fruitiers, on peut citer : l'oranger, le citronnier, le grenadier, le figuier, l'amandier, l'abricotier. L'olivier est cultivé sur une vaste échelle et ses fruits et son huile figurent parmi les produits exportés pour un chiffre important. La vigne donne des résultats superbes dans certaines parties du pays, et la fabrication du vin fait des progrès sérieux. Corinthe est renommée pour ses raisins secs qui font l'objet d'un grand commerce d'exportation (80 millions de francs). L'Arcadie récolte des vins et des raisins secs également très renommés. Les îles Ioniennes possèdent aussi des vignobles fort étendus.

La surface cultivée en vignes en Grèce, était :

En 1861 de 200.000 hectares environ ;
En 1880 de 330.000 — —

La production du vin s'élevait :

En 1861 à 1.100.000 hectolitres environ ;
En 1880 à 1.700.000 — —
En 1887 à 2.600.000 — —

Enfin, l'exportation des vins se montait :

En 1868 à 1.047.000 francs ;
En 1875 à 1.137.000 —
En 1887 à 5.063.000 —

L'importation de vins de Grèce en France s'est élevée, pour l'année 1887, à 80 370 hectolitres.

Les bœufs et les vaches sont assez rares, mais les brebis et les chèvres sont nombreuses. L'élevage du bétail se fait principalement en Thessalie, où les pâturages sont abondants et où le commerce des laines et des peaux forme une des principales parties de la richesse publique.

L'apiculture a pris aussi un grand développement, et on évalue à environ trois millions le nombre des ruches de la Hellade. Le miel de l'Hymète est célèbre depuis la plus haute antiquité, et en Eubée, les collines de Carysto produisent un miel excellent, d'une délicatesse extrême et ayant un goût de rose très prononcé.

Les forêts sont nombreuses en Grèce ; mais, en raison des communications difficiles, on importe encore des bois de charpente et de constructions navales.

Les richesses minérales étaient déjà connues des anciens, qui les exploitaient avec des méthodes primitives qui ont laissé encore beaucoup à glaner. On trouve de la houille en quelques points des provinces de Phthiotide, d'Acarnie et de Béotie ; le lignite et l'anthracite sont assez abondants à Koumi, en Eubée, et sont employés par la Compagnie hellénique de navigation ; la tourbe se trouve en assez grande quantité près de Thèbes, et les argiles schisteuses (ardoises) en Morée. Le soufre est exploité depuis longtemps dans l'île de Milo, à Santorin, à Soussaki, à Syra, etc.

Les marbres blancs de Paros sont très estimés et toutes les îles de l'Archipel renferment des marbres diversement colorés.

L'industrie s'est développée, surtout dans ces dix dernières années. Le Pirée, qui n'était qu'un port de passage, s'est transformé rapidement, et on y compte aujourd'hui : 8 filatures avec 36 000 broches, 4 fabriques avec teintureries, 8 minoteries, des fabriques de bougies, un chantier de constructions navales, des fabriques de machines agricoles et des corderies très importantes.

La sidérurgie occupe plus de 20 000 ouvriers.

Citons aussi des distilleries considérables, qui fabriquent annuellement 13 millions de litres de liqueurs et 35 millions de litres d'alcool ; les grandes brasseries de Corfou ; des filatures de soie ; de nombreuses verreries, etc.

La préparation des éponges qui sont pêchées sur les côtes de la Grèce, à Tunis et à Tripoli, se fait dans les ports de Nauplie, d'Hydra, d'Egine, de Granidi, d'Hermiohe et de Trikeri, et la vente atteint le chiffre de 3 millions de francs.

Les rizeries, les fabriques de macaroni et de pâtes alimentaires, de savons et de parfumerie, les huileries et les tanneries occupent un nombreux personnel d'ouvriers et apportent dans leur fabrication les derniers perfectionnements de l'industrie moderne.

Les fichus imprimés (fakeuls) se font à Syra. Tripolitza, au Péloponèse, est le centre d'une industrie de tapis qui va tous les jours se développant.

Le mouvement du commerce général de la Grèce avec les pays étrangers a été, en 1887, de 144 millions de francs pour l'importation et de 109 millions de francs pour l'exportation. Les échanges les plus importants se font avec l'Angleterre, la Russie, la France, la Turquie, l'Autriche-Hongrie, l'Italie et la Roumanie.

En 1887, le mouvement général de la navigation entre la Grèce et les autres pays, a compris, entrées et sorties réunies, 12 749 navires d'une contenance totale de 4 725 220 tonnes. Près de la moitié de ces navires naviguaient sous pavillon grec. Les bateaux à vapeur français abordent surtout au Pirée, à Syra, à Volo et à Patras.

La marine militaire comprend deux vaisseaux de ligne cuirassés, 10 canonnières, dont deux cuirassées, 4 croiseurs, 4 corvettes à vapeur, 21 autres bâtiments de tous genres et des torpilleurs. De grands bâtiments sont actuellement en construction dans des chantiers français.

Participation à l'Exposition universelle de 1889. — De tous les Etats de l'ancien et du nouveau monde, le royaume de Grèce a été le premier à donner son adhésion officielle à l'Exposition. Dès le mois de février 1886, la Chambre hellénique votait à l'unanimité un crédit de 200 000 francs, et on peut dire que le gouvernement et le peuple grec, dont les sympathies pour la France sont du reste connues depuis longtemps, ont montré le même empressement et la même sollicitude pour que la Grèce fût dignement représentée.

De plus, une circonstance toute particulière a facilité la participation de la Grèce à l'Exposition de Paris. Quelques mois seulement avant l'ouverture de l'Exposition, la ville d'Athènes avait organisé un concours national, dit *olympique*. Ce concours eut beaucoup de succès et montra les progrès énormes faits depuis quelques années par l'industrie nationale grecque. Le Comité de cette exposition, qui comptait parmi ses membres les sommités commerciales de la Grèce, eut l'idée de faire un choix minutieux parmi les objets exposés à Athènes et de les envoyer à Paris, en même temps qu'il accordait une subvention particulière de 100 000 francs pour la section grecque.

Le Comité de Paris, dont le commissaire général (1) était M. Ernest Vlasto, fut chargé d'organiser l'installation de cette section au Champ de Mars.

Dans le Palais des Industries diverses (côté de l'avenue de Suffren), la section grecque couvrait une superficie de 600 mètres carrés. L'architecte, M. Sauffroy, s'était heureusement inspiré, pour la décoration extérieure, des traditions de l'art grec. Sur les deux murs qui s'étendaient à droite et à gauche de l'entrée principale, il avait artistiquement représenté, d'un côté, la Grèce ancienne en y faisant peindre l'Acropole, et de l'autre côté, la Grèce moderne par la peinture des usines du Laurium.

Des deux côtés de la porte d'entrée, se trouvait un double tableau intitulé : *Développement commercial*, donnant sur ce sujet des notices statistiques intéressantes. Puis des photographies, reproduisant des statues polychromes de prêtresses de Minerve, retrouvées dernièrement sous l'Acropole. Quelques plans des anciens monuments de l'Acropole étaient exposés au-dessous, ainsi que deux reliefs de coupes géologiques du canal de Corinthe.

Parmi les produits exposés, citons d'abord les marbres grecs de la Société des Olympiques, dont les principaux sont : le Paros (blanc pailleté), le Promathia (brun), l'Aéropage (couleur feuille-morte-chinée, presque brune), l'Hymette (gris tacheté à bandes noires), le Pendali (blanc rayé), le Baletga (blanc, veiné de rouge), le Phenari (rouge foncé, veiné de gris), le Paparomici (noir veiné), le Ténos (vert veiné), etc.

La Société hellénique des usines métallurgiques du Laurium avait exposé une riche collection minéralogique et des saumons de plomb fabriqués.

La Compagnie française des mines du Laurium, constituée en 1875 possède aujourd'hui six concessions principales d'une étendue de 6 165 hectares, situées le long de la côte orientale de l'Attique, depuis le cap Colona jusqu'à Vromopoussi, et limitées à l'ouest par la vallée de Keratea, nom de la commune dont dépend tout le territoire du Laurium. Elle exploite des minerais de zinc, de plomb, de fer et de fer manganésifère, ainsi que des minerais sulfurés mixtes, composés de galène très riche en argent, de blende, de pyrite de fer et, accidentellement, de chalcopryrite. Divers centres d'exploitation ont été successivement créés et munis des machines et constructions nécessaires à l'extraction, au triage et au chargement des produits. De 1877 à 1888, c'est-à-dire pendant une période de douze années, les expéditions faites ont atteint le chiffre de 570 000 tonnes, dont 22 000 tonnes de plomb d'œuvre et 548 000 de minerais.

Les objets exposés par cette Compagnie étaient : un groupe saumons plomb d'œuvre ; un bloc calamine riche pesant environ 2 000 kilogr. ; un bloc de minerais sulfurés mixtes (blende, pyrite, galène argentifère) de 2 000 kilogr., des blocs de fer manganésifère ; des échantillons divers de minerais de plomb, de zinc, de fer, de cuivre ; un plan des travaux du groupe Camaresa ; un plan d'ensemble des concessions ; un plan des installations de Cypriano (où se trouvent les bureaux de l'exploitation, de grands ateliers de construction et de réparation, un vaste laboratoire, des magasins d'approvisionnements, etc.) ; un plan du wharf d'embarquement d'Ergastiria et de ses dépendances.

Mentionnons l'exposition du ministère de la guerre, qui comprenait les différentes formes des produits de la poudrerie grecque, telles que gargousses, cartouches, douilles, boîtes, gros et petit plomb ; l'exposition du ministère des finances, qui contenait les divers échantillons des sels provenant des salines de l'Etat, l'*émeri* de Naxos, ou diamant noir, avec ses nombreux produits et ses applications diverses, qui constituent l'une des plus importantes ressources de l'Etat.

Dans le nombre considérable des produits placés dans des vitrines, on peut signaler : les cires et stéarines ; des parfums ; des eaux minérales ; des instruments de musique ; des livres et journaux illustrés ; des cartes géographiques, historiques, ethnographiques, etc.

Citons encore les éponges dont il existe trois espèces : les éponges cornées, les calcaires et les siliceuses. On les blanchit au moyen de manganate de fer. Le squelette ou protoplasma dégagé de la matière vivante forme l'éponge proprement dite, avant son épuration.

Au-dessus d'une des portes de la section étaient drapées les rayures d'*Atalante* (ville du Péloponèse), c'est-à-dire des tissus rayés rouge et blanc, dont la chaîne est de fil et la trame de laine ou de coton, qui constituent de belles et solides étoffes servant aux ameublements et aux costumes populaires.

Les tissus fins de soie pure, brodés d'or ou non brodés, pour voiles et écharpes, étaient d'un travail très élégant, très original et d'une ténuité étonnante ; ils sont exportés en grand nombre à Londres et aux Indes anglaises. Ces tissus sont presque entièrement faits à la main, à Calametta.

Les tapis en laine de couleurs vives et de dessins élégants qui décoraient tous les murs de la section, sont fabriqués surtout à Tripolis (Arcadie) et dans la Locride ; ils ressemblent assez aux tapis turcomans.

Terminons en mentionnant une grande collection de vins en bouteilles ne contenant pas moins de cent espèces différentes, et l'importante exposition des raisins secs de Corinthe, dont la production, qui n'était que de 81 000 tonnes en 1871, est arrivée à 160 000 tonnes en 1888 et pourra être élevée à 200 000 tonnes, si la consommation le demande.

En résumé, la section grecque de l'Exposition aura permis à tous les visiteurs d'admirer les grandes richesses naturelles dont dispose ce pays, et de se rendre compte des efforts vraiment remarquables faits par les Grecs pour transformer, dans ces dernières années, l'outillage et les procédés d'exploitation de leurs diverses industries.

Ce petit pays des Hellènes, si insignifiant sur nos cartes, en comparaison des grands empires, nous rappelle pourtant que nulle part ailleurs dans l'antiquité, la civilisation n'atteignit un degré de culture plus harmonieux dans son ensemble et plus favorable au libre essor de l'individu. Après une longue éclipse, la Grèce moderne, qui se rattache au groupe des nations dites latines par sa situation géographique, dans le bassin méditerranéen, par son climat, par les souvenirs de l'histoire, par les rapports de commerce, et surtout par les liens intimes d'une civilisation commune, a fait, depuis une cinquantaine d'années qu'elle a commencé d'exister à nouveau, des efforts énergiques et couronnés de succès, pour suivre l'exemple et devenir l'égale des nations dont elle a été jadis, dans les arts et dans les lettres, la première initiatrice.

R. GENTILINI,
Ingénieur.

LE MATÉRIEL DE L'INDUSTRIE TEXTILE A L'EXPOSITION

(Suite.)

MATÉRIEL DU TISSAGE

Groupe VI (classe 55).

Nous sommes obligé de faire, dans cette partie de notre exposé, un très grand nombre de subdivisions ; les métiers qui figuraient dans la galerie des Machines différant essentiellement dans leur mécanisme et leur principe suivant le genre de fabrication auquel ils sont destinés. Nous adopterons la classification suivante :

- Métiers à tisser les étoffes de coton (unies et fantaisie) ;
- de laine (draps et tissus ras) ;
- de soie ;
- la bonneterie ;
- la passementerie ;
- le tulle ;
- fabriquer la broderie ;
- les tapis ;
- les filets de pêche.

Nous étudierons ensuite les systèmes spéciaux applicables à tous les genres de tissage et les machines de préparation (encolleuses, ourdissoirs, etc.).

Métiers à tisser les étoffes de coton. — Le premier métier mécanique à tisser le coton qui fonctionna d'une façon pratique paraît être dû au rév. E. Cartwright. Cet inventeur a laissé des mémoires dans lesquels il raconte, en 1784, comment il en eut l'idée. C'était à l'époque où Arkwright révolutionnait l'industrie anglaise de la filature avec la jenny à filer dont nous avons raconté sommairement l'odyssée à propos des métiers de filature de coton, et Cartwright, un jour, dans une réunion, fit observer que peut-être on verrait un jour tisser mécaniquement les tissus de coton qui, jusque-là, n'avaient été fabriqués qu'à la main. Les assistants se récrièrent, le défièrent de jamais mettre au jour pareille invention, et ce fut à la suite de cette conversation que ce pasteur, piqué au vif, construisit chez lui le premier métier à tisser. A en juger par la description, cette machine était un véritable marteau-pilon. « La chaîne, écrit Cartwright, fut placée perpendiculairement, le peigne tombait avec une force d'au moins 50 livres, et les ressorts qui lançaient la navette auraient été assez forts pour lancer une fusée à la congrève. Enfin, il fallait la force de deux hommes très vigoureux pour travailler lentement la machine, et seulement pendant peu de temps. » Cette lourde pièce fut brevetée le 4 avril 1785, et un premier

(1) Les autres commissaires étaient : MM. Denis Stephanos, Phocion-Negri, Gandia Rhalli, N. Opostolides, Aristomène Valetta.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 46, p. 349 et tome XVI, n° 6, p. 464.

tissage mécanique fut établi par l'inventeur, à Doncaster, en 1787; quelques années plus tard, le Parlement, sur la demande de plusieurs manufacturiers de Manchester, lui accorda une somme d'argent à titre de récompense « pour son talent et ses travaux ». Divers inventeurs adoptèrent après lui la chaîne horizontale. Mais le tissage mécanique ne prit une réelle extension qu'en 1803, époque où Th. Johnson, de Bradburg, inventa la machine à parer; jusque-là, on perdait un temps considérable à apprêter la chaîne sur le métier lui-même, à mesure qu'elle se déroulait de l'ensouple, tandis qu'avec le nouveau système on la plaça tout enroulée sur le métier, qui, de cette manière, ne subit plus d'interruption dans sa marche.

Ceci nous ramène bien loin, comme on le voit, mais nous avons cru qu'il était bon de préciser la date et les origines d'une invention qui a ouvert un champ aussi fécond qu'immense au travail et à l'emploi des capitaux. C'est à elle qu'on dut alors le prodigieux accroissement des différentes localités du Lanarkshire et du Lancashire, qui en devinrent aussitôt les principaux centres. Manchester passa, de 40 000 habitants, en 1774, à 95 000 en 1801, 192 000 en 1834, et 400 000 quelques années plus tard; Preston, de 8 000 en 1790 à 40 000 en 1860; Liverpool, de 20 000 en 1750 à 77 653 en 1801, 165 175 en 1831 et 600 000 en 1860, etc.

La France employa à peine les premiers métiers à tisser au commencement du siècle. Deux fabricants associés, F. Richard et Lenoir-Dufresne, associés sous le nom collectif de Richard-Lenoir, débutèrent alors dans l'industrie naissante, et lui imprimèrent un élan, qui en fit l'une des plus importantes du territoire français. Lors de l'enquête de 1834, on ne comptait encore cependant que 5 000 métiers mécaniques en activité, soit dans la région colonnière de l'Est, qui avait pour centre Mulhouse et comprenait les départements du Haut-Rhin, du Bas-Rhin, des Vosges, de la Meurthe, etc., soit à Saint-Quentin, Lille et les environs. Ce nombre s'élevait à plus de 30 000 en 1846; il est aujourd'hui de plus de 70 000, comme on peut le voir par les chiffres suivants, qui démontrent que le tissage mécanique s'accroît constamment en France dans ces dernières années et remplace le tissage à la main qui décroît dans des proportions sensibles :

Années	Métiers mécaniques	Métiers à bras
1875	56.446	78.037
1876	52.184	74.892
1877	59.409	67.556
1878	62.150	50.578
1879	63.348	48.961
1880	65.927	47.312
1881	73.590	39.710
1883	76.289	37.515
1884	78.183	33.936
1885	70.126	33.063

Dans la Galerie des Machines, on voyait des métiers tissant les cotonnades dans l'exposition de la Société alsacienne de constructions mécaniques de Graffenstaden, Mulhouse et Belfort, et dans celle de la Société anonyme des tissages et ateliers de construction Diederich, de Bourgoin (Isère).

La Société alsacienne de constructions mécaniques exposait un métier à tisser à quatre navettes. Celui-ci est à peigne fixe, avec tringle d'arrêt agissant sur les freins; de plus, les marches sont intérieures, équilibrées, et avec support sur le devant. Cette disposition fait décrire à l'attache des lames une courbe absolument identique et parallèle à celle décrite par le point d'intersection des fils de chaîne avec le harnais, en prenant pour centre la dernière duite tissée; le frottement du fil passé dans les mailles est ainsi de beaucoup diminué, et il en résulte une moindre fatigue de la chaîne et une plus longue durée des harnais. Le changement de navettes est donné au moyen d'excentriques à colliers actionnant la boîte dans les deux sens; celle-ci est également équilibrée. Le système est muni de deux pédales permettant de mouvoir les excentriques lorsque le métier est arrêté pour rappeler l'une ou l'autre des navettes; la pédale porte un crochet faisant fonction de valet d'arrêt et reprend sa position de marche normale aussitôt qu'on l'abandonne à elle-même. Tout le mouvement est porté par une broquette solidement fixée au bâti, et les axes sont soutenus à leurs deux extrémités. La boîte à 4 navettes, tout en étant solidement guidée, est réduite, ainsi que cette partie du battant, à un minimum de poids.

Dans la série des machines exposées par la Société anonyme des tissages et ateliers de construction Diederich, de Bourgoin, figurait aussi un métier à tisser la cotonnade dans lequel le régulateur d'enroulage, placé en dehors du bâti, est bien à la portée de la main de l'ouvrier. Au moyen d'une disposition ingénieuse de leviers, celui-ci peut, sans avoir à toucher aux contrepoids presseurs, enlever l'étoffe tissée sur le métier. Le mouvement des boîtes fonctionne avec une grande sûreté aux vitesses extrêmes, avec un mode de réglage des plus commodes. Enfin, une très grande solidité ainsi qu'un ajustage soigné de toutes ses parties permettent à ce métier de marcher à une grande vitesse.

Métiers à tisser la laine. — Les tissus de laine se divisent en deux catégories bien distinctes : les draps, qui comprennent les divers articles foulés, fabriqués à Sedan, Elbeuf, Mazamet, etc., et les étoffes de laine rase, dont la fabrication est plutôt concentrée à Roubaix, Reims, etc. L'une et l'autre de ces fabrications sont très anciennes en France.

L'industrie du drap, cependant, ne commença à devenir une véritable industrie française que sous Colbert. Nicolas Cadeau l'avait importée à Sedan, alors que jusque-là elle était monopolisée par la Hollande, et le ministre, qui voyait avec intérêt la production de ces tissus, trouva moyen de faire porter au roi un habit vert en drap léger et de lui faire dire devant la cour assemblée pour une partie

de chasse, que l'étoffe qu'il portait, de fabrication sédanaise, était « belle et bien bonne »; les courtisans ne manquèrent pas de se rendre un à un chez le fabricant, ce qui donna à son établissement grande réputation. La création de la « nouveauté » en 1834 donna une impulsion considérable à l'industrie du drap; elle fut due à Bonjean, ancien élève de l'Ecole Polytechnique et fabricant à Sedan. Le hasard seul, d'ailleurs, vint en aide à cet industriel; comme on lui présentait un jour l'échantillon d'un drap qui allait être mis sur le métier à tisser, il trouva que la laine ne donnait pas à l'étoffe un aspect suffisamment marchand; l'idée lui vint alors d'introduire dans la pièce quelques fils de soie dont le levage serait réglé par un métier Jacquard, et il adressa le tissu terminé à un tailleur de Paris; celui-ci répondit par une forte commande; la nouveauté était créée.

La fabrication des étoffes rases ne prit de son côté quelque extension qu'à la fin du siècle dernier; elle comprenait alors deux catégories, la première pour les étoffes de laine pure, lisses ou croisées et façonnées, fabriquées spécialement dans la Flandre et dans la Champagne; la seconde pour les tissus mélangés de soie et laine, qui se faisaient plus particulièrement à Paris et à Amiens. Elle bénéficia successivement de diverses inventions qui lui donnèrent un essor considérable, notamment de celle de l'impression sur chaîne, en 1824.

A l'Exposition de 1889, les principaux constructeurs qui exposaient des métiers à tisser la laine, étaient : la Société alsacienne de constructions mécaniques; M^{me} V^e Math. Snoek, d'Ensival (Belgique); la Société de construction verviétoise, de Verviers (Belgique); la Sächsishe Webstuhlfabrik, de Chemnitz (Saxe).

La Société alsacienne de constructions mécaniques exposait un métier à tisser à marches extérieures. Celui-ci est à peigne fixe; les tringles d'arrêt y agissent sur deux butoirs, reliés chacun à un frein arrêtant les volants au moment de la butée, disposition qui permet d'arriver à de grandes vitesses, sans compromettre la solidité du métier. Les excentriques de marche sont montés sur un arbre spécial, ce qui diminue considérablement le frottement, si on compare ce système avec celui généralement employé d'une roue tournant folle sur l'arbre à excentriques prolongé. Les changements d'excentriques et de pignons s'y font avec facilité.

La maison V^{ce} Math. Snoek, d'Ensival, exposait trois métiers à tisser la nouveauté : l'un à 36 lames, avec 4 boîtes de chaque côté et 5 ensouples, et la navette battant 63 coups à la minute; un autre à 32 lames, également avec 4 boîtes de chaque côté, donnant 80 coups de navette; le troisième à 5 lames, avec 2 boîtes latérales. Les deux premiers tissent une largeur de 2^m 15 de tissu, le troisième de 2^m 45.

La Société Verviétoise exposait trois métiers à tisser les draps : le premier à 4 lames et une seule navette avec chasse-navette à ressort; le deuxième à 10 lames et une seule navette; le troisième à 32 lames avec 4 navettes de chaque côté et un mouvement de défilage automatique. Dans ces diverses machines, le mouvement de chasse est à point mort, le mouvement de chasse-navette est à déclanche pour éviter la casse, le changement d'un pignon cône suffit pour en modifier la vitesse sans toucher à la commande, enfin on peut appliquer des régulateurs positifs pour l'ensouple et l'enrouleur.

La Sächsishe Webstuhlfabrik, de Chemnitz, exposait toute une série de métiers à tisser la nouveauté. Le plus remarquable marche à 32 lames et 7 navettes (système Schöner). L'armure se compose de marches verticales, travaillant obliquement de manière que les dernières soient plus élevées ou abaissées que les premières, afin d'obtenir une double ouverture suffisamment grande pour le passage de la navette; le travail de ces marches se fait sans le secours de cartons, mais au moyen d'une chaîne sans fin, composée de galets de deux diamètres différents, qui abaissent ou élèvent des leviers qui leur sont attachés, et qui sont entraînés par des couteaux marchant en sens inverse et commandés des deux côtés par des leviers de rayons différents, occasionnant l'ouverture oblique. Sur le cylindre qui actionne la chaîne se trouve un rochet commandé par un double crochet, de manière à pouvoir faire marcher l'armure en arrière pour défiliser. Le changement des boîtes est opéré par deux excentriques de chaque côté, prenant des positions différentes pour chaque boîte; ces excentriques sont commandés par deux platines reliées à des leviers dirigés par une chaîne composée comme pour l'armure et placée sur le même cylindre que cette dernière, de manière que le mouvement pour le tissage et le défilage dépende de celui de l'armure. Deux leviers de chaque côté sont animés d'un mouvement de cisaille et actionnent les platines et par conséquent les excentriques, pour leur donner la position indiquée par la chaîne. Le changement des boîtes s'opère de la première à la dernière sans aucun tremblement et avec rapidité. La chasse de la navette est donnée par deux cames placées sur l'arbre manivelle, agissant sur des galets fixés à deux arbres horizontaux placés parallèlement aux bâtis; sur chacun des arbres se trouve un secteur qui entraîne dans sa course le bâton de fouet et opère le lancement de la navette. Un système spécial permet de chasser plusieurs navettes d'un même côté sans interruption et d'interrompre la chasse des navettes sans arrêter le métier; il arrête automatiquement cette chasse si deux navettes, par suite d'une erreur dans la composition de la chaîne, arrivaient en face l'une de l'autre.

Métiers à tisser les étoffes de soie. — Les principaux exposants de métiers à tisser la soie étaient : la Société des Chantiers de la Buire, de Lyon; la Société alsacienne de constructions mécaniques, de Graffenstaden, Mulhouse et Belfort; la Sächsishe Webstuhl Fabrik, de Chemnitz (Saxe), et la Société des ateliers de construction de Ruti (Zurich).

Le métier à tisser la soie dont divers modèles fonctionnaient dans le pavillon établi par la Société des Chantiers de la Buire, a été inventé par MM. Læseron et Wilke, de Moscou; il se distingue des systèmes connus par le remis, la mécanique d'armure, le battant,

le régulateur, la bascule et la chasse. Les lisses sont montées dans des cadres métalliques, au moyen de cliquets et de crémaillères qui permettent de régler à volonté la tension du remis à maillons en bronze phosphoreux : avec le guidage précis des lisses dans les guides à coulisses, toujours dans le même aplomb, sans aucun balancement possible, le fil de chaîne passe dans le maillon, sans être écorché, ni éraillé par la friction ou l'ébattement comme pour celles qui sont simplement suspendues. La mécanique d'armure est du type à chaînette ; elle est placée dans le métier et peut être composée d'un grand nombre de cartons sans en encombrer les abords ; elle a, en outre, des comes tenant les lisses en l'air pendant plusieurs insertions consécutives de trame, suivant le nombre de coups exigés : ces comes ont leur développante de cercle continue, de façon que la frappe du battant puisse se faire à pas clos, à pas mixte ou à pas ouvert ; mais pour le taffetas et la faille, elles sont remplacées par d'autres, qui font lever et baisse, et donnent un temps d'arrêt aux lisses au moment de cette frappe ; le tambour portant la mécanique d'armure peut, en outre, se disposer facilement pour recevoir un mouvement transversal de quelques centimètres, et on peut alors faire ce qu'en terme de tissage on appelle un « accrochage », c'est-à-dire lire une mécanique à 16 lisses en 2 armures de 8 lisses et produire des tissus à bandes dans le sens de la trame. Le battant est en bois orné de bandes de fer ; ses boîtes sont longues et disposées pour recevoir des navettes à conducteur ; deux ressorts à tension réglable, placés au fond des boîtes, adoucissent le mouvement de retour des taquets chasse-navette et amortissent graduellement le choc de la navette en l'accompagnant jusqu'à la fin de sa course ; le battant est mis en mouvement par deux manetons fixés sur les volants de l'arbre moteur et qui agissent par l'intermédiaire de bielles terminées à une de leurs extrémités par un étrier dont la courbure est telle que le battant est immobile pendant le passage de la navette dans l'ouverture du pas, et prend ensuite un mouvement accéléré dans la marche en avant. Le régulateur est positif, c'est-à-dire que l'étoffe avance d'une quantité toujours constante à chaque insertion de trame ; l'enroulement est direct, c'est-à-dire que le régulateur commande le rouleau enrouleur sans l'intermédiaire d'aucun rouleau sablé, un compensateur tient compte de la correction rendue nécessaire par le grossissement constant du rouleau ; par le simple réglage d'un curseur sur une échelle graduée, il donne toutes les réductions coup par coup, depuis 35 jusqu'à 180 coups au pouce et n'a besoin que d'un seul pignon de rechange. La bascule est « à pédonnes multiples » ; elle exerce sur la chaîne une tension constante et régulière : le déclenchement automatique du contrepoids se faisant sans secousses et sans cesser de tenir la chaîne en tension, lui procure tous les avantages de la bascule montante sans en avoir les inconvénients. Enfin, la chasse est à sabre et peut se régler pendant la marche du métier ; elle ne nécessite aucun graissage qui puisse détériorer le battant ou salir les étoffes, comme cela arrive fréquemment avec d'autres systèmes.

Le métier à tisser la soie qui figurait dans l'Exposition de la Société Alsacienne de constructions mécaniques est disposé pour travailler indifféremment avec peigne mobile et compensation, avec peigne monté sur ressorts sans compensation, avec peigne fixe sans compensation, ou encore avec peigne renversé ; le battant est garni de cuir à sa partie supérieure pour adoucir le frottement de la chaîne ; l'arbre à vilebrequin, ainsi que l'arbre du bas, sont munis de douilles fixes en fonte à leurs parties frottantes, afin d'assurer une marche plus douce. Le métier est muni d'un mouvement à taffetas équilibré par ressorts ; sur le côté est placée une mécanique armure à 16 leviers plus 4 pour les cordons. Le chevalet porte-ensouple, détaché du métier, peut être disposé pour recevoir de 1 à 5 rouleaux ; la pression leur est donnée par leviers à contrepoids. Un régulateur spécial à friction (système Mercier) a permis la suppression des roues à rochet et cliquets généralement employés ; son mouvement est continu et à vitesse variable ; il déroule lorsque le métier est tourné en arrière pour la recherche de la duite et se prête bien au tissage à compensation.

Le métier à tisser la soie qu'exposait la *Sächsische Webstuhlfabrik*, de Chemnitz (Saxe), est à quinze navettes, avec boîtes indépendantes. La mécanique armure est à demi-pas ouvert, c'est-à-dire que le pas se clôt à demi pendant que les lames font leur traversée pour ne pas fatiguer inutilement la chaîne ni rapprocher les fils de façon à les rendre pelucheux ; de plus, la chaîne des cartons revient sur elle-même, ce qui produit une économie desdits cartons. Le métier peut marcher avec jacquard ; il est disposé pour recevoir un certain nombre d'ensouples et tous les régulateurs.

Enfin, dans le métier pour soieries exposé par la *Société de construction de Ruti* (Suisse), les fouets sont placés fort commodément sous la chasse et montés chacun sur un arbre latéral qui à l'arrière porte le bras traversant le bâti, et reçoit sur un galet l'action de la came ; la mécanique armure est placée sur le côté et près du sol, pour agir sur les leviers qui commandent les bricoteaux montés très élevés sur un bras vertical s'appuyant sur deux arbres traversant le haut du métier et reliant les flasques des bâtis ; l'ensouple de chaîne est montée sur des bâtis indépendants, pour qu'on puisse les placer à la distance que l'on désire ; l'ensemble du métier est d'une construction parfaite et tout a été prévu pour en rendre le réglage facile et l'usage commode.

ALFRED RENOARD,
Ingénieur-expert.

(A suivre.)

LES FREINS CONTINUS PNEUMATIQUES à l'Exposition universelle de 1889.

Groupe VI. — Classe 61.

(Suite 1.)

Frein à air comprimé automatique système Wenger. — Le frein Wenger appartient, avec les freins *Carpenter*, *Schleifer*, *Clark*, etc., à la catégorie spéciale de freins dans lesquels l'air comprimé agit pendant la marche du train sur les deux faces des pistons moteurs des cylindres à freins.

Sur la locomotive, sont montés des appareils analogues à ceux des freins à air comprimé précédemment décrits, c'est-à-dire une pompe de compression, un réservoir principal et un robinet de manœuvre.

Sous chaque véhicule se trouvent placés un cylindre-réservoir spécial et un appareil distributeur.

Le cylindre-réservoir (fig. 1) est divisé en deux chambres distinctes par le piston moteur P lui-même : la chambre postérieure ou chambre-réservoir V, vers laquelle est tournée la concavité du cuir embouti C, et la chambre antérieure A. Un deuxième piston p, monté sur la même tige que P, sert, comme on le verra, à ramener ce dernier à la posi-

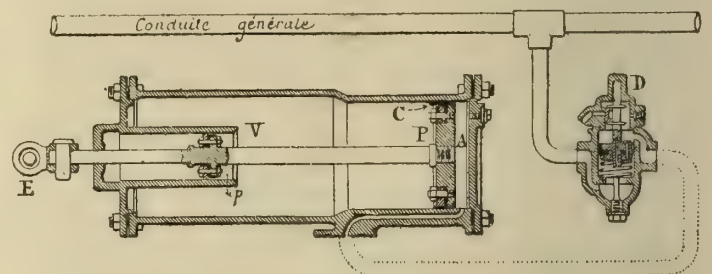


FIG. 1.

tion de desserrage. Le plus souvent, cependant, cette fonction est remplie par un simple ressort de rappel. E est, comme toujours, le point d'attache de la tige de commande de la timonerie.

Pendant la marche du train (fig. 1), l'air comprimé de la conduite générale arrive, en traversant le distributeur D, dans la chambre antérieure du cylindre à freins, et de là, dans la chambre-réservoir, en passant autour de la garniture de P ; la pression s'équilibre donc sur les deux faces de ce piston ; mais en agissant sur p, elle maintient le système vers la gauche, c'est-à-dire à la position de desserrage.

Pour produire le serrage des freins, on détermine, à l'aide du robinet de manœuvre, une dépression dans la conduite générale. Cette dépression fait mouvoir les organes du distributeur, et met en communication la chambre antérieure du cylindre à freins avec l'extérieur. Aussitôt, l'air comprimé contenu dans la chambre-réservoir fait appliquer la garniture de P contre les parois, et repousse ce piston vers la droite, c'est-à-dire à la position de serrage.

Le desserrage s'obtient en réintroduisant l'air comprimé dans la conduite générale, ce qui replace les organes du distributeur dans leur position primitive. L'air pénètre alors à nouveau dans le cylindre à freins, et ramène le piston moteur à la position de desserrage.

Le distributeur (fig. 2) se compose essentiellement d'un piston P à garniture de cuir embouti c, sur la tige duquel est monté un tiroir T. La conduite générale aboutit en C, et la chambre antérieure du cylindre à freins en F. La communication avec l'extérieur se fait par l'échappement E.

Pendant la marche du train, l'air comprimé de la conduite générale arrive en C, et passant autour de la garniture du piston P, se rend au cylindre à freins.

Le système mobile est alors maintenu à sa position supérieure par un ressort R, et le tiroir T ferme l'échappement E.

Lorsqu'on détermine une dépression dans la conduite générale pour produire le serrage, la pression de l'air comprimé du cylindre à freins applique la garniture de P et amène le système à sa position inférieure. Dès lors, l'échappement E est découvert et livre passage à l'air de la chambre antérieure du cylindre à freins.

Lors du desserrage, la réintroduction de l'air dans la conduite générale replace le système mobile à sa position supérieure, ce qui ferme l'échappement et permet au cylindre à freins de se remplir à nouveau.

Le conduit rr, pratiqué dans la tige du piston P, empêche les fuites de faible importance de produire le serrage des freins, en équilibrant toujours la pression dans la conduite générale et dans le cylindre à freins. Il en résulte, pendant le serrage, une perte d'air d'ailleurs très faible.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 8, page 205.

Le frein Wenger est modérable, car l'échappement de l'air de la chambre antérieure, pendant le serrage, ne s'effectue que jusqu'au moment où la pression dans cette chambre est devenue égale à celle restée dans la conduite générale, moment où le ressort R fait remonter le système PT et ferme l'échappement. La résultante des forces qui agissent en fin de compte sur le piston moteur dépend donc de la dépression produite dans la conduite générale.

Mais l'étendue de cette modérabilité est assez faible.

En effet, si on représente par :

V_R le volume de la chambre-réservoir ;

V_c le volume engendré par le piston du cylindre à freins pour produire un commencement de serrage ;

P_a la pression atmosphérique ;

p la valeur des résistances passives,

et P la pression absolue de marche dans la conduite générale.

La pression effective P' sur le piston sera donnée par :

$$P' = \frac{P V_R - P_a V_c}{V_R + V_c} - p.$$

Or $\frac{V_R}{V_c}$ étant égal à environ 2,5 ; P à 4^k, et p à 0,3, on obtient pour P' la valeur 2,3. Il faudra donc, avec le frein Wenger, produire dans la conduite générale une dépression D au moins égale à 4 — 2,3 ou à 1^k 7, avant d'obtenir un commencement de serrage. Le serrage à fond correspondra à une évacuation totale de la conduite, ou à $P = 0$.

Comme d'autre part on conserve en pratique dans la conduite générale, aussi bien par mesure d'économie, que pour avoir un desserrage assez rapide, une pression d'à peu près 1 kilogr., la modérabilité ne pourra s'exercer que sur une étendue de 1^k 3 environ.

Un calcul analogue, exécuté pour le frein Westinghouse, donnerait pour D une valeur de 0^k 85, et le serrage à fond aurait lieu pour une dépression égale à environ 1^k 2. C'est ce qui explique que lorsque des voitures munies du frein Westinghouse et des voitures munies du frein Wenger sont attelées ensemble, le fonctionnement est défectueux, les freins Westinghouse se trouvant serrés à fond pour une dépression de 1^k 2 dans la conduite générale, alors que les freins Wenger ne donneront un commencement de serrage que pour une dépression de 1^k 7.

Le distributeur Soulerin convenablement disposé peut remédier à cet inconvénient, soit en ramenant le fonctionnement du frein Wenger à celui du frein Westinghouse, soit en ramenant le fonctionnement du frein Westinghouse à celui du frein Wenger.

Les pompes de compression du système Wenger ne diffèrent de celles déjà décrites que par la distribution. L'accouplement est à boyau

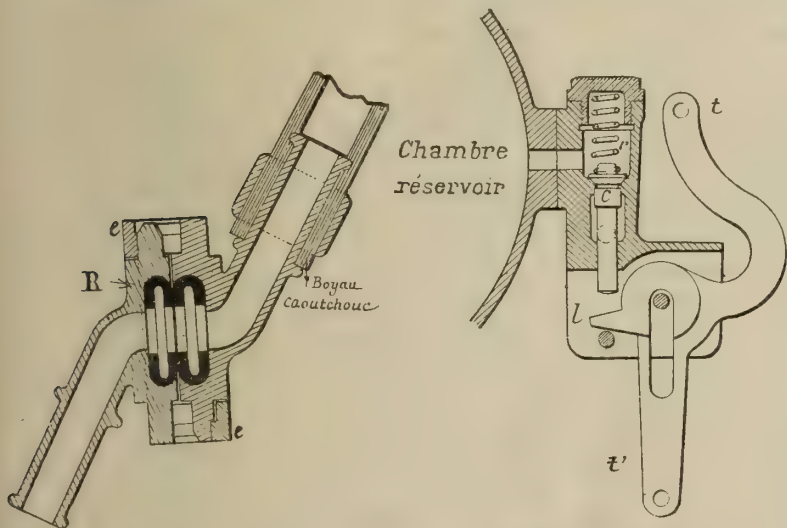


FIG. 3.

FIG. 4.

flexible comme les précédents. La figure 3 représente en coupe les deux têtes accouplées ; le joint est obtenu à l'aide d'une bague de caoutchouc R en forme de tore elliptique sectionné suivant son cercle de gorge. Un ergot e lui permet de s'accoupler avec les accouplements Westinghouse et Soulerin.

Remarques. — Tous les appareils que nous venons de décrire comportent une *valve de purge* qui permet, lorsque le frein s'est appliqué automatiquement, de produire le desserrage en faisant échapper l'air des cylindres à freins à l'extérieur. Elle est commandée par une tirette aboutissant de chaque côté du wagon.

Dans le frein Westinghouse, elle est placée sur le branchement qui va de la triple valve au cylindre à freins.

Dans le frein Soulerin, on agit sur le système supérieur du distributeur, en maintenant le clapet f soulevé.

Enfin dans le frein Wenger, cette soupape est placée directement sur la chambre réservoir du cylindre à freins. En actionnant soit la tirette t (fig. 4), soit la tirette t' , le clapet c est soulevé par le taquet l , et l'air de la chambre-réservoir s'échappe à l'extérieur.

On a également l'habitude de placer à la jonction de l'accouplement avec la conduite générale, un robinet qui sert d'une part à fermer la queue du train, et d'autre part, en cas de rupture de boyau, à permettre l'isolement de tous les wagons de queue.

Dans le frein Wenger, ce robinet a ceci de particulier que la clé comporte un conduit de très faible section qui, lorsque le robinet est fermé, met en communication l'intérieur de l'accouplement avec l'air extérieur ; ce qui, en faisant tomber la pression, permet un désaccouplement très facile.

Un autre robinet placé sur le branchement qui va de la conduite au distributeur, rend possible, en cas d'avarie, l'isolement des appareils de tel ou tel véhicule, sans interrompre pour cela la continuité du frein, la conduite générale jouant alors le rôle de « conduite blanche », et ne servant qu'à maintenir la communication entre deux véhicules non consécutifs.

Enfin, tous les freins à air comprimé automatiques possèdent un *régulateur de pression* placé sur la machine, entre le réservoir principal et la conduite générale, et qui empêche l'air comprimé de pénétrer dans cette dernière avec une pression supérieure à une pression donnée.

Frein à air comprimé automatique système Boyden. — Le frein Boyden repose, comme on l'a vu, sur l'emploi simultané de l'air comprimé et de ressorts.

Sur la locomotive sont placés des appareils analogues à ceux des systèmes précédents.

Sous chaque voiture se trouve le *cylindre à freins*. Il se compose essentiellement (fig. 5) d'un diaphragme caoutchouté très résistant D ,

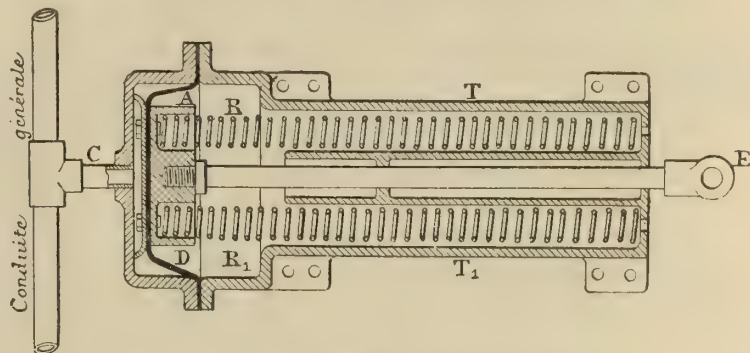


FIG. 5.

sur l'armure antérieure A duquel s'appuient deux forts ressorts à boudin R et R_1 , logés dans deux capacités cylindriques T et T_1 faisant corps avec l'enveloppe en fonte de l'appareil. L'armure A sert également de point d'attache à la tige E qui actionne la timonerie.

La face postérieure du diaphragme communique par un conduit C avec la conduite générale.

Pendant la marche du train, l'air de la conduite générale arrivant sous le diaphragme le soulève, comprime les ressorts à boudin, et en poussant la tige de commande E , éloigne les sabots des bandages.

Pour produire le serrage, on détermine, à l'aide du robinet de manœuvre, une dépression dans la conduite générale. La pression qui agit sur le diaphragme devenant alors inférieure à la tension des ressorts, il est repoussé par ces derniers, et en ramenant la tige de commande en arrière, produit le serrage des freins.

Le desserrage est obtenu par la réintroduction de la pression dans la conduite générale, qui replace les organes à leur position de marche.

Le frein Boyden est donc modérable, puisque, suivant la dépression produite, la résultante des forces qui agissent sur la tige de commande peut varier de zéro jusqu'à son maximum, qui est atteint lorsque cette dépression est suffisante pour permettre au diaphragme d'arriver à fond de course.

Il paraît, d'après des expériences faites récemment en Amérique, que le serrage est parfaitement gradué et se fait sans secousses.

Les freins de la locomotive et du tender sont à action directe, et la tige de commande en est actionnée par un diaphragme sous lequel on envoie l'air comprimé lors du serrage.

Le robinet de manœuvre comporte une disposition particulière qui permet, soit d'actionner ces freins directs, soit d'actionner les freins des véhicules, soit enfin de produire des arrêts rapides, ainsi que nous le verrons plus loin.

Enfin une des particularités de l'appareil consistait dans le réglage des sabots, qui se fait avant chaque départ de la station initiale de la façon suivante : le serre-frein passe sur tous les wagons, et applique fortement tous les sabots à l'aide des freins à main qui sont combinés avec les freins pneumatiques, et qu'il assujettit au moyen d'un cliquet.

Le mécanicien produit le desserrage, lors du départ, en envoyant l'air comprimé dans la conduite générale ; et on est ainsi certain que les sabots sont toujours convenablement réglés pour produire le serrage maximum. De plus, si les freins s'appliquent automatiquement par suite d'une rupture de boyau, on pourra les desserrer à l'aide des freins à main.

Mais cette disposition assez compliquée, exige en outre l'emploi d'un frein à main combiné avec le frein pneumatique sur chaque véhicule, sous peine d'impossibilité, lors d'un serrage automatique, de desserrer les freins autrement qu'en réintroduisant l'air dans la conduite générale, ou en agissant sur la timonerie par un moyen mécanique.

Le desserrage s'obtient au contraire, dans les autres systèmes, par la simple action de la valve de purge.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 23 novembre 1889.

Présidence de M. CONTAMIN, vice-président.

Production de la force motrice par l'électricité. — La Société discute la communication faite par M. Jablochkoff dans la précédente séance sur la production de force motrice par l'électricité. MM. P. Regnard et Hospitalier prennent part à la discussion.

Projet de pont sur la Manche. — (Suite de la discussion du projet). — M. GROSSSELLE discute les conditions d'emplacement et de fondation du pont sur la Manche présenté par MM. Schneider et Hersent. Il pense notamment que le tracé le plus favorable serait celui de Douvres à Sangatte.

M. J. FLEURY pense que la solution la plus logique et la plus économique serait celle d'un tunnel. Dans le cas de construction d'un pont, il croit que le procédé de construction des piles par assises de blocs armés mérite une sérieuse considération.

MM. HERSENT, FOREST, PRADEL, PÉRISSÉ et CHARTON présentent quelques observations complémentaires relatives aux fondations et au montage du pont.

M. LE PRÉSIDENT conclut que, laissant de côté la question financière, on peut considérer le pont sur la Manche comme possible à exécuter. Il remercie, au nom de la Société, MM. Hersent, Schneider et Pradel, de leurs communications.

Chemin de fer à voie étroite de l'Exposition de 1889. — M. CH. GRILLE décrit le chemin de fer à voie étroite établi par MM. Decauville pour l'Exposition de 1889 et dont il a été l'ingénieur en chef.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 18 novembre 1889.

Chimie. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à l'étude des combinaisons qui résultent de l'action de l'acide malique sur le molybdate de soude.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Duclaux.

Dans cette étude, M. Gernez fait voir qu'à mesure qu'on augmente la proportion du molybdate par rapport à l'acide, le pouvoir rotatoire, d'abord gauche et très faible, augmente en restant négatif jusqu'à un maximum qui correspond à des équivalents égaux de ces deux corps. Il diminue ensuite, repasse par zéro et présente un nouveau maximum, positif cette fois, pour deux équivalents de sel pour un d'acide; il diminue à nouveau, redevient négatif et présente un nouveau maximum pour sept équivalents de sel pour deux d'acide; à partir de ce point, il rétrograde, redevient positif et croît jusqu'à la limite de solubilité du sel dans l'acide. Il en résulte qu'à un pouvoir rotatoire quelconque, et en particulier au pouvoir rotatoire nul, correspondent trois et même quatre liqueurs ayant des compositions très différentes.

Astronomie. — 1° *Note sur l'orbite de la comète périodique de Winnecke*, par M. H. FAYE.

A propos du mémoire de M. le baron de Haerdtl, présenté antérieurement, M. Faye discute certaines questions relatives à la queue des comètes. A son avis, le développement de la queue répondrait d'abord à l'espèce de marée que l'attraction du soleil, combinée à la chaleur, produit dans le corps de la comète, ainsi que M. Roche (de Montpellier), l'a démontré. En s'approchant du soleil, dit-il, les couches externes de l'atmosphère d'une comète se dilatent et s'entr'ouvrent; la comète fuse par les deux bouts, sans que le mouvement de son centre de gravité en soit nécessairement altéré, et les matériaux émis à la fois vers le soleil et à l'opposé se raréfient de plus en plus. C'est alors que la force répulsive exercée par le soleil sur tous les corps, proportionnellement à leur surface, mais qui ne devient sensible que pour les corpuscules d'une ténuité excessive, repousse à la fois les deux émissions de la comète. Or, comme celles-ci ont cessé de faire partie de la comète, ces deux émissions sont chassées à grande vitesse dans le sens du rayon vecteur, sans altérer le mouvement du centre de gravité, auquel les observations des astronomes se reportent exclusivement.

Il ne reste donc plus pour la comète que la répulsion très faible du soleil sur le noyau; celle-ci seule peut en altérer la marche en y produisant une légère accélération du mouvement moyen, accompagnée d'une petite diminution de l'excentricité.

En résumé, il paraît probable, dit en conclusion M. Faye, que les noyaux cométaires, à cause de leur densité, se comportent comme les planètes tant qu'il ne s'y produit pas de décomposition en plusieurs fragments destinés à devenir indépendants.

2° *Etude expérimentale des passages et occultations des satellites de Jupiter.* Note de M. CH. ANDRÉ, présentée par M. Mascart.

Dans cette note, M. Ch. André donne une description de l'appareil qu'il a fait construire pour étudier expérimentalement les passages et les occultations des satellites de Jupiter, ainsi que le ligament lumineux qui se forme au voisinage du contact.

Les expériences entreprises par l'auteur montrent que :

1° Avec l'objectif laissé entier, le ligament lumineux commence à apparaître lorsque le satellite est à deux minutes et demie environ du contact réel (contact externe d'entrée); il augmente graduellement d'intensité et de grandeur à mesure que les deux autres se rapprochent, si bien que, au moment du contact géométrique, ceux-ci paraissent réunis par un véritable pont lumineux, symétrique par rapport à la ligne des autres et dont la largeur est d'environ le tiers du diamètre du satellite;

2° Les dimensions de ce ligament augmentent quand on diminue l'ouverture de l'objectif; ainsi, lorsqu'elle est réduite à moitié, la largeur du ligament est d'environ les deux tiers du diamètre du satellite;

3° Le moment où un observateur note le contact externe apparent des deux astres précède toujours à l'entrée, suit toujours à la sortie, le moment du contact réel; avec l'objectif entier, cet intervalle est en moyenne, pour l'auteur, de une minute à l'entrée et de quarante secondes à la sortie;

4° En recouvrant l'objectif d'un écran convenable, soit en treillis, soit en réseau, on diminue beaucoup l'intensité apparente du ligament et l'on réduit à quelques secondes l'erreur d'observation;

5° Le moment du contact géométrique est caractérisé par des apparences optiques assez bien définies pour qu'elles puissent servir de base à un bon procédé d'observation directe du phénomène.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'industrie nationale

Séance du 8 novembre 1889.

Jaugeage des fluides pesants. — M. PARENTY, ingénieur des manufactures de l'État a fait une communication sur la régulation et la mesure des pressions et des débits de tous les fluides pesants.

La formule $\beta = m \omega \sqrt{2gH}$ du débit des fluides pesants à travers les orifices en fonction de la perte de charge ou hauteur génératrice H , est généralement une simple approximation très suffisante pour les besoins de la pratique, lorsqu'il s'agit des liquides ou fluides incompressibles. Pour les gaz parfaits au contraire, et *a fortiori* pour la vapeur d'eau, le phénomène de la détente se complique de phénomènes thermiques dont l'importance s'accroît rapidement avec l'importance de H . Pour établir une formule complètement rigoureuse, il faut tenir compte de ces causes de perturbation : ce qu'on fait en deux hypothèses types isotherme ou adiabatique, suivant que le fluide emprunte ou n'emprunte pas de chaleur aux objets extérieurs. En se plaçant dans le cas de pertes de charges extrêmement faibles, on peut assimiler pratiquement les fluides incompressibles aux fluides incompressibles et rattacher l'étude du débit à celle des pressions.

M. Parenty montre une série d'appareils pratiques se rattachant à la théorie du débit des fluides pesants.

Pour l'eau :

Le niveau constant, à siphon et cuvette mobile;

Le robinet débiteur à manomètre gradué, remplaçant le flacon de Mariotte pour la production continue de débits constants dans les laboratoires;

Le lavage méthodique à courant jaugé continu permettant d'extraire à une concentration exceptionnelle le suc des tabacs et autres plantes pharmaceutiques et d'épuiser toutes les substances.

Pour le gaz d'éclairage :

Le régulateur de consommation à pressions compensées, fournissant une pression rigoureusement constante à l'entrée d'un éclairage privé ou d'une canalisation d'usine;

Le régulateur à pression surchargée donnant une pression automatiquement croissante au fur et à

mesure qu'on allume de nouveaux becs sur la conduite soumise au régulateur;

Le compteur de débit permettant de vérifier pour les gaz l'exactitude de la formule abrégée ci-dessus.

Pour la vapeur d'eau :

Le compteur de vapeur, avec compensateur de densité, fournit à chaque instant le débit en poids d'une conduite générale de vapeur.

Enfin M. Parenty a construit une série d'appareils destinés aux travaux hydrauliques de distribution et de mesure, qui sont :

Le siphon de chasse à amorçage continu ou vanne intermittente de vidange à joint hydraulique;

Le jaugeur de rivière dû à l'initiative de M. l'ingénieur en chef Lebeguignou pour connaître le débit des rigoles d'alimentation du canal d'Orléans;

Le jaugeur des conduites forcées, qui a été destiné par M. Bechmann au jaugeage de la grande gerbe des fontaines lumineuses de l'Exposition. Ce procédé, basé sur l'emploi d'un tube de Pitot, n'apporte aucune perte de charge à la conduite qu'on doit mesurer.

Pompes et moteurs. — M. de MONTRICHARD présente quelques explications sur ses pompes et moteurs à mouvement elliptique. L'organe essentiel du mouvement est une came cylindrique terminée par des rampes obliques serrées entre deux galets parallèles fixes. Cette came, dans un cylindre clos, fait en même temps fonction de piston et de robinet commandant les tubulures d'admission et d'émission.

Le mouvement elliptique comporte de grandes vitesses. Le nombre des coups de piston des pompes et des moteurs est double de celui des machines ordinaires; il en résulte que leur volume est très petit eu égard aux effets produits.

Éolipyles. — M. le Dr PAQUELIN présente un fer à souder et une machine pour l'estampage des animaux, des bois, du cuir, etc. Ces deux appareils sont alimentés à l'essence minérale et fonctionnent automatiquement, comme son éolipyle, sans soufflerie. Tous deux sont en pleine activité au bout de six minutes et fournissent un travail continu de trois quarts d'heure.

Il présente également un accouplement de quatre éolipyles en carré, lequel peut être utilisé avec des becs aplatis pour chauffer des mouffes, ainsi que comme chauffe-bain. Au moyen de ces quatre éolipyles, 45 litres d'eau ont été portés en 15 minutes de 21° à 36°; il y a eu augmentation régulière d'un degré par minute.

M. Paquelin mentionne deux expériences faites à son laboratoire avec l'éolipyle.

Deux grammes de carbonate de soude ont été fondus en trois minutes dans un creuset de platine.

La calcination, qui, pour l'analyse des sucres, exige, dans les mouffes, trois quarts d'heure, s'est faite en une demi-heure avec 4 grammes de substance.

L'éolipyle peut donc être utilisé dans les laboratoires, pour l'attaque par le carbonate de soude (voie ignée) et pour l'incinération des cendres dans les matières organiques.

On peut l'utiliser aussi pour projections lumineuses, au moyen du platine et de la magnésie portés à l'incandescence.

G. P.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel de Phototypie, par M. G. BONNET. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1889. — Prix : 2 fr. 75.

Depuis l'apparition des derniers ouvrages sur la Phototypie, de nouveaux progrès se sont accomplis, principalement au point de vue de la simplification des formules et du perfectionnement de l'outillage. Parmi les différents procédés connus, M. Bonnet a choisi celui qui lui paraît donner les meilleurs résultats, et il l'étudie en détail, donnant la description des appareils et des tours de main nécessaires à une bonne préparation.

La première partie de son *manuel de Phototypie* est consacré à la préparation du cliché pour Phototypie. La seconde partie contient la description du procédé industriel, qui permet d'obtenir à la fois de bonnes épreuves et une grande rapidité de production.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin. Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Les nouveaux réservoirs de Montmartre (planche XXV), p. 233 ; R. AUDRA. — Industrie : Emile Muller, céramiste, p. 236 ; CH. LAUTH. — Variétés : Revue des organes techniques allemands (octobre 1889), p. 237 ; G. BRESSON ; — Nouvelles applications des fontaines lumineuses, p. 238 ; R. GENTILINI. — Art militaire : Chronique militaire. Les grandes manœuvres. La cavalerie au camp de Châlons, p. 239 ; ARISTIDE FAUCONNEAU. — Nécrologie : M. Phillips, p. 240 ; H. LÉAUTÉ. — Informations : Comité consultatif des chemins de fer, p. 240.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889 : Maison Gaget, Gauthier et C^o, p. 241 ;

R. PERSONNE DE N. SENNEVOY ; — Le matériel de l'industrie textile à l'Exposition universelle de 1889 (suite), p. 241 ; ALFRED RENOUD ; — Les freins continus à l'Exposition universelle de 1889 (suite), p. 244 ; G. LESOURD ; — Les richesses minérales du Brésil, de la République Argentine et du Chili à l'Exposition de 1889, p. 245 ; F. MARIÉ DAVY. — Chronique de l'Exposition, p. 247.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séance du 20 novembre 1889, p. 248. — Académie des Sciences, séance du 25 novembre 1889, p. 248 ; G. PETIT.

Planche XXV : Nouveaux réservoirs de Montmartre.

TRAVAUX PUBLICS

LES NOUVEAUX RÉSERVOIRS DE MONTMARTRE

(Planche XXV.)

Au sommet de la butte Montmartre, au point le plus élevé de Paris, viennent d'être édifiés de vastes réservoirs, destinés à alimenter toute une population à laquelle, jusqu'ici, l'eau était parcimonieusement mesurée.

Situés à côté de l'église du Sacré-Cœur et en bordure des rues Azaïs

et dans l'ancien réservoir du Château, en haut de la rue Lepic, qui ne cube que 150 mètres, mais qui sert ainsi de bache de distribution pour la zone la plus élevée de la butte.

Ces onze mille mètres cubes sont élevés par une usine de relais construite au pied de la butte, à la cote 75, qui puise directement l'eau de source sur la conduite de distribution du réservoir de la Dhuis, et aspire l'eau de rivière sur la conduite de refoulement de l'usine de Bercy. Nous ne ferons que mentionner ces usines, nous réservant d'y revenir avec détails dans un article spécial.

L'assiette de la construction était particulièrement à étudier dans un sol profondément remué et dont la constitution géologique né-

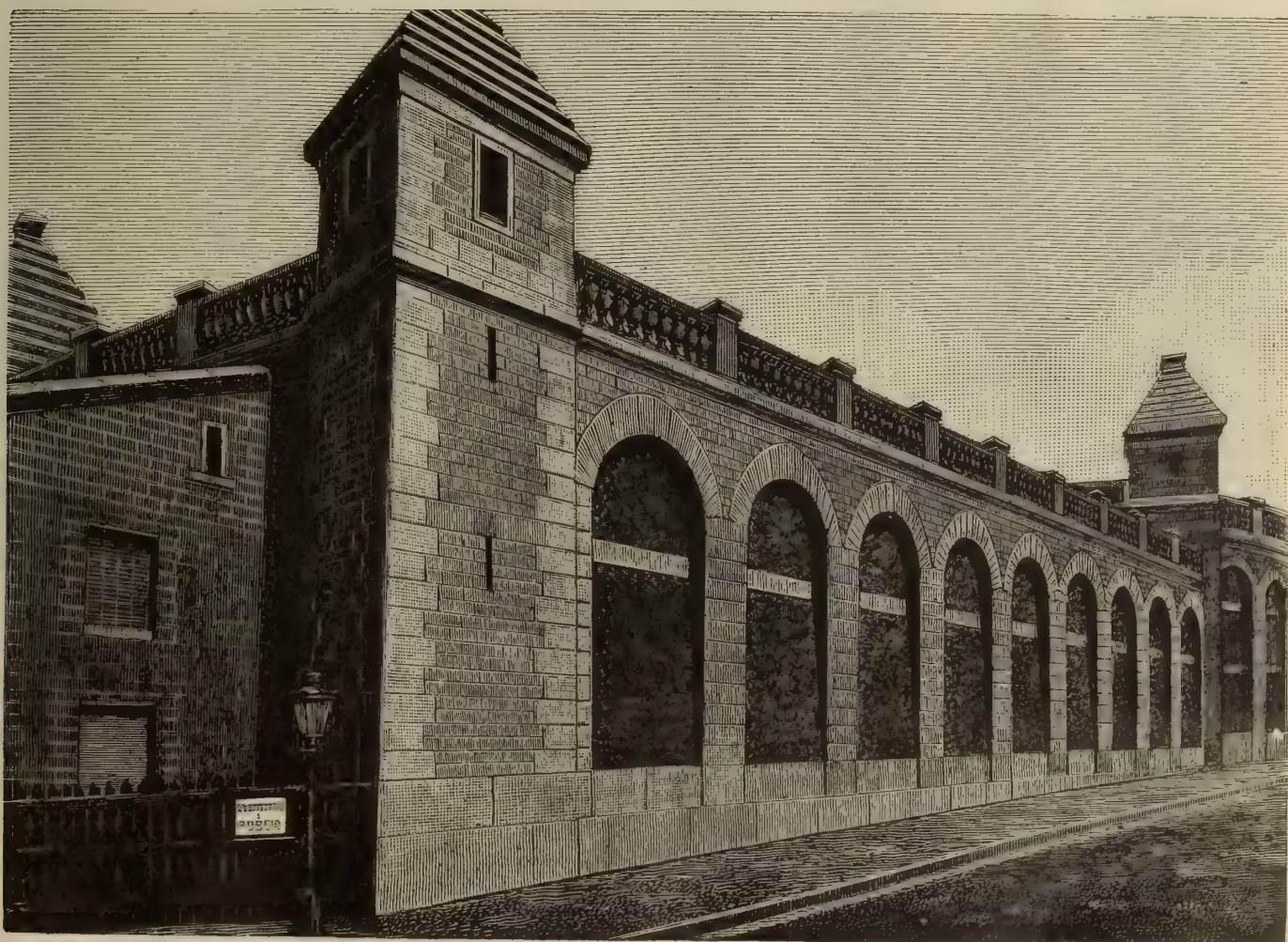


Fig. 1. — Vue extérieure des nouveaux réservoirs de Montmartre.

et Saint-Elcuthère (fig. 2), ils occupent une surface de 2 300 mètres et se composent de deux parties distinctes et parfaitement séparées, comprenant, la première, deux étages et la seconde, trois. L'étage inférieur de chaque réservoir emmagasine, à l'altitude de 127^m 30, 4 800 mètres cubes d'eau de rivière. Les deuxièmes étages, de 4 200 mètres cubes de capacité, reçoivent et distribuent directement de l'eau de source. Enfin, le troisième étage du grand réservoir contient 2 000 mètres cubes d'eau de source également, qu'il peut envoyer

cessite de grandes précautions pour se mettre à l'abri des glissements. La coupe ci-jointe (fig. 3) montre, en effet, qu'une fois arrivé au terrain vierge, on trouve un banc de sable jaune précédant des marnes de gypse et dont l'épaisseur est de 3 mètres environ, très fin et facilement entraînable par l'eau. Il fallait donc parer au danger considérable qu'offrent, ici, tant les infiltrations à travers les maçonneries, que les fissures qui se produisent presque infailliblement dans les radiers. A cet effet, ce radier général a d'abord été établi au moyen d'une première

couche de béton recouverte sur toute son étendue d'une chape imperméable en mortier de ciment, arasée de façon à présenter à l'extrados une série de rigoles au fond desquelles sont des tuyaux de drainage allant tous aboutir à une petite galerie qui forme collecteur

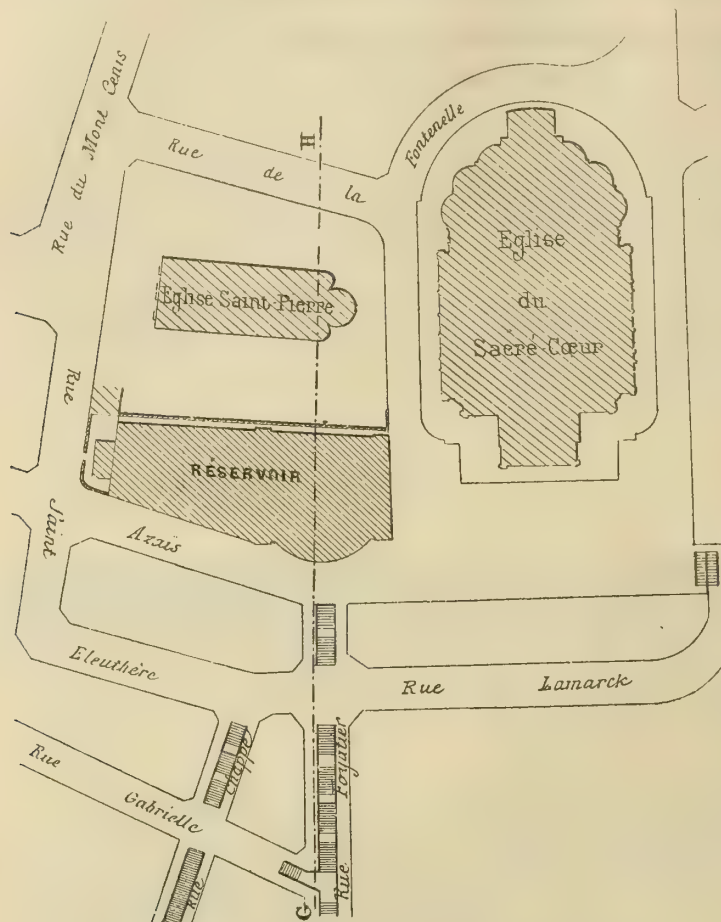


FIG. 2. — Plan général des nouveaux réservoirs de Montmartre.

en avant de l'ouvrage. Une seconde couche de béton, portant l'épaisseur totale de 0^m 75, est coulée au-dessus de cette chape et dressée horizontalement pour recevoir les maçonneries. Les eaux d'infiltrations seront ainsi recueillies et drainées.

Ce radier général forme lui-même le plafond d'un sous-sol faci-

querait de rester longtemps inaperçue, une des retraites extérieures de ces murs porte une chape avec rigoles et tuyaux de drainage aboutissant aux galeries du sous-sol.

L'étage inférieur du petit réservoir et les deux premiers du grand sont constitués, dans la partie centrale, par des voûtes d'arêtes, et, sur le pourtour, par des voûtes en berceau, les murs extérieurs étant raccordés avec le radier par un solin de 2^m 50 de rayon. Les deux

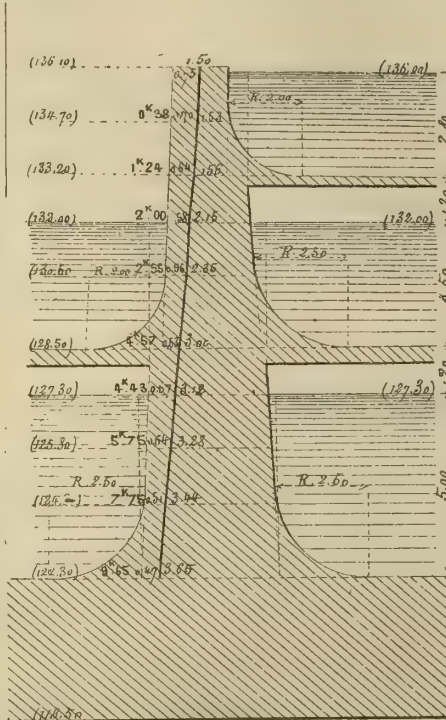


FIG. 4. — Courbe des pressions sur le mur de refend.

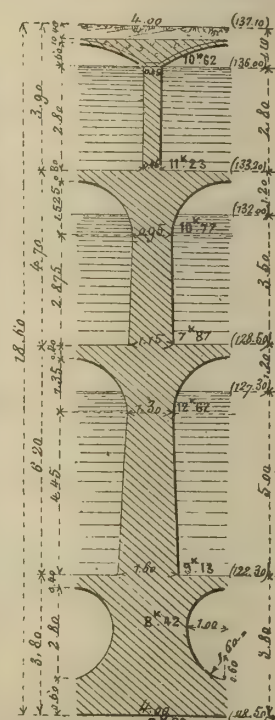


FIG. 5. — Coupe dans l'axe d'un pilier. Pressions sur les maçonneries et sur le sol de fondation d'un réservoir à 3 étages.

étages supérieurs sont couverts au moyen de voûtes en briquettes surbaissées de 0^m 07 d'épaisseur totale et de 0^m 60 de flèche pour 3^m 55 de corde ; les piles-culées sont isolées des murs de pourtour, ainsi que la couverture elle-même, par un vide de 0^m 10 simplement recouvert par une brique posée à plat sans mortier. Les reins des voûtes sont remplis en béton maigre surmonté d'une chape en ciment recouverte elle-même de terre végétale gazonnée.

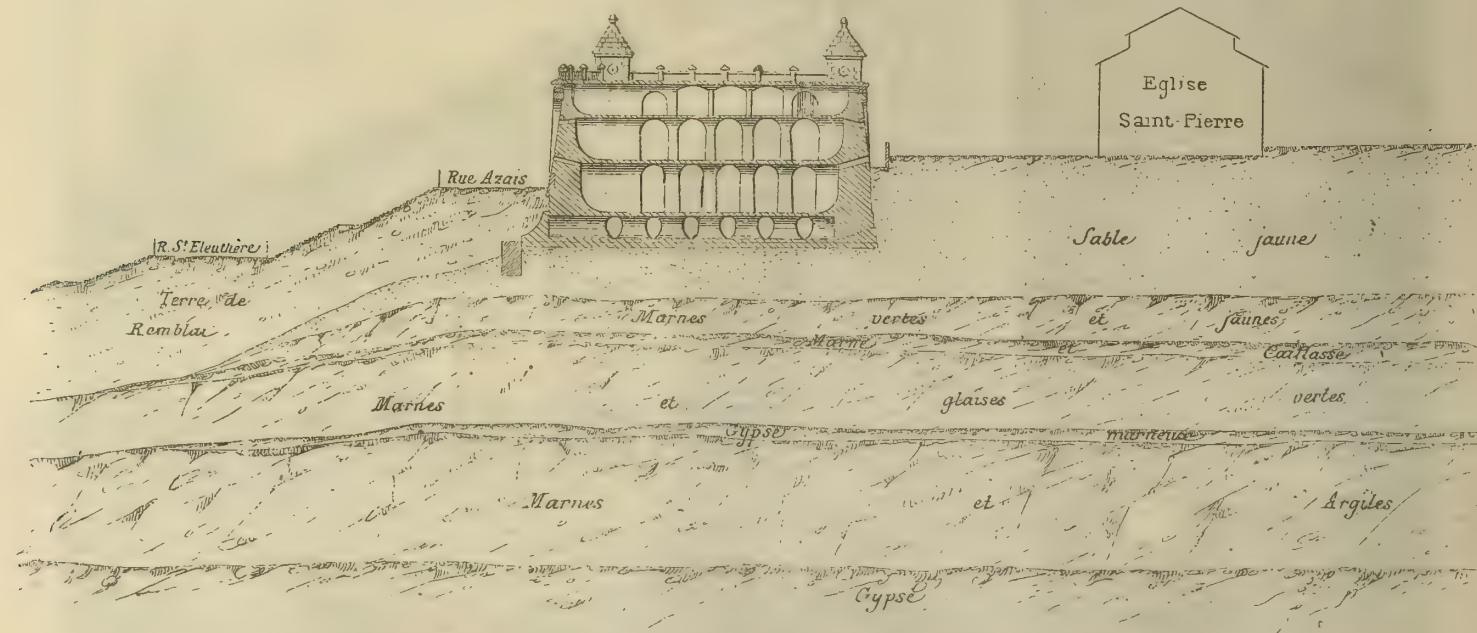


FIG. 3. — Coupe géologique suivant G.H.

lement accessible et permettant une visite complète de la voûte qui le supporte. C'est un réseau de galeries de 2^m 40 de hauteur et de 2 mètres de largeur aux naissances, qui forment une série de voûtes d'arêtes, dont les piliers sont la base des piliers du réservoir. Le radier de ce sous-sol est enduit, à l'encontre des voûtes et des piliers qui sont bruts, afin de permettre la libre évacuation des eaux pouvant provenir des fissures supérieures.

Enfin, pour prévenir l'effet des fuites qui viendraient à se produire sur la partie remblayée des murs de pourtour, et dont l'existence ris-

Les éléments de ces voûtes sont les suivants :

1 ^{er} Grand réservoir. — Étage inférieur :	hauteur d'eau . . .	5 ^m »
	hauteur sous clef . . .	5 80
	ouverture des voûtes en plein cintre	2 70
	épaisseur des piliers	$\frac{1^m 60 + 1^m 30}{2}$

INDUSTRIE

ÉMILE MULLER, CÉRAMISTE

Émile Muller n'était pas seulement l'Ingénieur éminent, le brillant professeur que chacun sait; il était surtout et avant tout un céramiste, et il avait apporté les qualités de précision et de méthode scientifiques, qui le caractérisaient à un si haut point, dans l'exercice de ce métier où la réussite est si difficile.

Il est peu d'industries en effet qui exigent une somme de connaissances aussi variées et où la science vraie soit aussi indispensable; c'est chose peu connue ou généralement peu admise. Combien de gens se figurent qu'il suffit de passer au feu une terre argileuse quelconque pour en retirer une brique parfaite ou une faïence de belle qualité! Combien parmi les fabricants, qu'on taxe volontiers d'illustres pour quelques réussites heureuses, sont dans l'impossibilité de raisonner leur succès!

Un bon céramiste doit (question d'art laissée à part) avant tout être un savant:

Chimiste consommé, il doit étudier la composition des terres qu'il a entre les mains, savoir pour un but déterminé associer à la matière argileuse, base de son industrie, les substances qui lui donneront les qualités requises, modifier les rapports de ces éléments d'après la nature du produit final qu'il cherche à obtenir, s'astreindre à analyser ses mélanges pour assurer la constance et la régularité de sa fabrication, calculer et préparer la composition des couvertes et des émaux de façon à les faire concorder strictement avec les pâtes qu'ils recouvrent, sous peine de les voir se fissurer ou se soulever par des effets de dilatations inégales;

Physicien expérimenté, il doit savoir rechercher dans ses matières premières, ou leur communiquer, les qualités de plasticité et d'homogénéité indispensables au façonnage et nécessaires pour donner aux produits fabriqués la résistance voulue, étudier les questions de température spéciales à chaque matière, régulariser l'action des gaz qui exercent sur les couleurs des effets si variés, savoir construire des appareils où la chaleur soit bien utilisée et convenablement répartie, obtenir enfin pendant les cuissons successives de même nature une constance et une uniformité parfaites, chaque pâte et chaque couverture n'acquérant ses qualités absolues et relatives qu'à une température déterminée.

Telles sont, d'une façon générale, les connaissances indispensables à un céramiste éclairé, à l'homme qui compte, non sur le hasard auquel trop volontiers on fait jouer un rôle prépondérant dans les arts du feu, mais sur la science dont les règles sont immuables. Ces connaissances, Muller les possédait dans tous leurs détails; des études approfondies avaient développé les qualités qu'il avait apportées en naissant, et l'ont rendu capable de donner à son industrie succès et prospérité.

L'usine d'Ivry-Port, aux portes de Paris, a été fondée par Muller en 1854. Elle avait pour but exclusif à cette époque la fabrication des briques et des tuiles, et spécialement des tuiles à emboîtement inventées récemment par X. Gilardoni, d'Altkirch (Alsace); il s'agissait de remplacer dans les couvertures des constructions, les ardoises, le zinc, les tuiles plates de Bourgogne, par des matériaux durables, économiques, *étanches*. Ce résultat fut atteint et le succès fut complet. Il a été dû à l'ingéniosité avec laquelle Muller sut, se pliant à toutes les exigences, créer une variété infinie de formes et de modèles. (Il suffit de rappeler, à côté des tuiles ordinaires à emboîtement, celles à recouvrement, dont le type a été successivement adopté par tous les autres fabricants, et enfin celles à double recouvrement qui sont le dernier mot de la solidité et de l'étanchéité en fait de couverture.)

Ce résultat a été dû surtout aux soins apportés dans le façonnage et le finissage ainsi que dans la fabrication proprement dite. Quelques détails sur ce dernier point sont utiles: Muller s'était fait une théorie sur la nature des terres qu'il convient d'employer dans la fabrication des briques; pour donner à ces matériaux les qualités qui les font résister à la gelée, ils doivent, à côté des éléments plastiques et des éléments calcaires combinés, renfermer des corps comme le sable, capables de leur conserver une certaine porosité quelle que soit la température de la cuisson; l'humidité dont les tuiles et les briques s'imprègnent fatalement par leur exposition à l'air peut ainsi s'échapper sans faire éclater la surface; l'action destructive de la gelée ne peut plus s'exercer. Il attachait donc une importance capitale à l'étude et au dosage de ses matières premières, et, après avoir déterminé les proportions relatives les plus favorables de chacune d'elles, il s'appliquait à obtenir des mélanges d'une constance parfaite.

Mais le succès ne dépendait pas, à ses yeux, exclusivement de la composition chimique de ses terres; il admettait que la texture même des pâtes joue un rôle capital dans la résistance des tuiles à la gelée, et que les produits préparés avec des terres *mises en pâte* sont les seuls bons, tandis que ceux obtenus à l'aide des terres *dures* sont exposés aux effets désastreux de la schistosité. Selon lui, la préparation des mélanges travaillés en pâte donne à l'ensemble de leurs molécules

une direction plus régulière et communique ainsi au produit final une texture qui, seule, peut le rendre parfait. Cette théorie est vraisemblable et, bien que la question soit encore controversée, les céramistes les plus compétents paraissent d'accord pour admettre la justesse de ces idées.

Muller fut le premier à indiquer le danger qu'il y a, au point de vue de la résistance des constructions, à employer des tuiles fabriquées en terre dure; il eut sur ce point à soutenir une lutte sérieuse avec les architectes, que la netteté des formes de ces derniers produits avait séduits.

Il est bon d'ajouter que ce qui le guidait dans cette campagne, qui a été un triomphe pour lui, était plutôt la conviction du savant que l'intérêt du manufacturier, car il produisit les deux sortes de tuiles pendant un certain temps, mettant simplement sa coquetterie d'homme convaincu, à refuser d'apposer sa marque sur celles qu'il persistait à considérer comme inférieures.

L'usine d'Ivry ne se contenta pas longtemps de ce champ restreint d'exploitation: Muller fut un des promoteurs les plus ardents des applications de la céramique à l'architecture et de son association aux constructions métalliques. L'Exposition universelle de 1878, celle de 1889 surtout, ont montré avec quelle hardiesse il s'est lancé dans cette voie, et les dimensions inusitées des pièces qu'il a su produire attestent à la fois la sécurité de ses procédés et la puissance de ses moyens d'action. Il est presque inutile, au lendemain de la fermeture de l'Exposition, de rappeler la part considérable qu'a prise Muller dans la décoration extérieure de ces merveilleux palais: les huit médaillons aux *Enfants* d'Allard, qui mesurent 1^m75 de diamètre; les quatre grandes frises avec lyres et têtes de bélier de Darwaut; les quatre pyramides qui décorent le porche d'entrée du Palais des Arts libéraux avec les statues de Michel (*Pax et Labor*); les 48 vases de 3^m40 de hauteur qui entourent les grands dômes bleus; etc., etc., sont encore présents à l'esprit de chacun; ils ont excité l'étonnement des connaisseurs et l'admiration de tous.

À la fabrication des terres cuites, Muller commença dès 1866 à joindre celle des produits émaillés. En collaboration avec le regretté Parvillée, il produisit pour l'Exposition de 1878 des pièces importantes de toutes couleurs, et, depuis, il a donné à cette partie de son industrie un développement considérable. L'Exposition de 1889 nous a montré tout le parti qu'il est possible dorénavant de tirer de la céramique architecturale. M. Loebnitz, le maître moderne de la faïence stannifère, avait indiqué la voie, le premier; Muller, avec des moyens un peu différents, a prouvé aux architectes que leurs exigences peuvent dorénavant être presque sans limites.

Il l'a fait voir avec ses grands panneaux où la couleur de la terre ménagée artistement fait si habilement ressortir l'éclat des émaux, avec ses médaillons, ses rosaces, ses balustrades, aussi intéressants par la variété que par l'harmonie et la finesse des tons, enfin avec ses tuiles de mosaïques émaillées des dômes des Palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux, travail qui peut être considéré comme un véritable tour de force. Pour s'en rendre compte, il faut savoir que chacun de ces dômes comprend 620 types et modèles de tuiles différents, nombre imposé par les combinaisons de formes et de couleurs demandées par l'architecte, et l'on appréciera la puissance de la fabrication d'Ivry en apprenant que la commande de ces 200 000 tuiles n'a été donnée qu'au mois de juin 1888; or, pour qu'on pût arriver en temps utile, il fallait qu'aucun accident n'intervînt, que pas une cuisson ne manquât, que pas une pièce ne sortît défectueuse des fours, de fours nouveaux construits pour la circonstance. Le programme fut rempli; la science de Muller récompensa son audace.

N'est-ce pas un enseignement précieux et ne faut-il pas conclure de faits pareils qu'en effet, comme nous le disions en commençant, l'art de la céramique doit être basé sur la science pure, et que le savant qui sait voir, étudier et comprendre, est certain du succès? Exemple bon à méditer et dont il convient que chacun fasse son profit.

Jusqu'en 1874, les Anglais étaient, pour l'un des produits céramiques les plus importants, les grès cérames, les maîtres exclusifs du marché français. Muller, mû par son patriotisme ardent et éclairé, chercha à doter notre pays de cette industrie, et il consacra plusieurs années à l'étude des mélanges d'argiles nécessaires pour pouvoir entreprendre cette fabrication, qui comprend aujourd'hui les grès ordinaires pour tuyaux, égouts, appareils d'hygiène, appareils de chimie, et les grès de couleurs variées pour constructions et ornements d'architecture. Mais lorsqu'il eut trouvé la composition nécessaire pour rendre ses produits identiques à ceux des Anglais comme œil, netteté de forme, glasure, couleur et élasticité, il constata que la lutte serait presque impossible avec les Anglais aux prix auxquels ces derniers livrent leurs articles à Paris. Ce n'est qu'à la suite de sacrifices considérables et d'efforts incessants pour imaginer des appareils économiques que cette fabrication put être fondée à Ivry, où l'on produit actuellement tout ce qui entre dans la construction des égouts et des services d'hygiène.

La fabrication des grès décorés, colorés, émaillés ou non, a pris depuis un an une grande extension dans l'usine d'Ivry, et nous

en avons vu à l'Exposition des spécimens des plus réussis, notamment les soubassements du Palais de la République Argentine. La beauté de la matière, sa résistance, l'éclat et la chaleur des émaux employés dans la décoration, lui réservent un avenir certain, aussi bien pour l'extérieur que pour l'intérieur des habitations. Les spécialistes se rappellent avec plaisir le charmant *panneau ou palmier* exposé dans la classe 20; le mode de décoration adopté est d'une grande simplicité et laisse sur l'œil l'impression agréable d'une esquisse où le talent et la main de l'artiste conservent toute leur originalité, premier essai d'un art nouveau, qui se recommande par la sobriété, l'élégance et l'inaltérabilité du produit.

Tels sont, à grands traits, les services que Muller a rendus aux arts céramiques; mais nous devons, pour ne rien oublier d'essentiel, signaler encore une branche importante de ces industries sur laquelle il a porté également son activité intelligente: nous voulons parler des produits réfractaires, c'est-à-dire résistant aux feux les plus violents. A côté des produits courants dont il monta la fabrication comme tous ses confrères, et sur lesquels nous n'insisterons pas, il y a lieu d'indiquer, d'une façon particulière, ceux dont la création et l'invention lui appartiennent en propre: les briques de silice et de magnésie, ainsi que les creusets de plombagine.

La première de ces fabrications date de 1869. Avant cette époque, toute notre industrie était tributaire de l'Angleterre. Muller montra que la silice peut, dans des conditions déterminées, devenir une matière plastique avec laquelle il est possible de mouler des briques pour les fours de la métallurgie et de la verrerie. La perfection qu'il sut donner à ses produits par le choix de ses matières premières et par les soins de son façonnage, lui a valu un succès d'autant plus méritoire, qu'il eut à lutter avec la concurrence de pays où le combustible est beaucoup meilleur marché qu'en France.

La découverte des briques et des pièces de magnésie produites à l'aide de la magnésie pulvérulente remonte à la même époque. Après trois ans de recherches, la fabrication en étant devenue courante, Muller les proposa aux métallurgistes français pour la construction des fours, en leur signalant les avantages qu'ils en retireraient par l'élimination du phosphore et du soufre. Ses tentatives ne furent malheureusement pas couronnées de succès; on méconnut à ce moment les avantages qu'il indiquait et que l'expérience a confirmés depuis d'une façon si éclatante. Malgré cet insuccès relatif, l'honneur en reste acquis à Muller et il n'est que juste de le proclamer.

Quant à la fabrication des creusets en plombagine, Muller la tenta une première fois en 1868; il la reprit après la guerre avec un succès complet au point de vue de la qualité, sinon des avantages pécuniaires, car ce n'a été qu'après dix années de recherches persévérantes et de sacrifices considérables qu'il put libérer nos arsenaux du tribut qu'ils payaient à l'Angleterre.

Les découvertes dont notre illustre ami a enrichi la France ont été reconnues à toutes les expositions auxquelles il a pris part, et elles lui ont valu les plus hautes récompenses. Il a succombé sous le poids de ses travaux, mais il laisse derrière lui le renom d'un savant infatigable et d'un patriote ardent. Honneur lui soit rendu!

CH. LAUTH.

VARIÉTÉS

REVUE DES ORGANES TECHNIQUES ALLEMANDS (Octobre 1889.)

Fabrication de l'acide carbonique liquide. — La fabrication industrielle de l'acide carbonique liquide a été, pour la première fois, appliquée à Hanovre, peu de temps après l'année 1870. Le procédé consistait à pomper le gaz lavé et desséché dans une série de récipients de plus en plus petits, jusqu'au moment où, à une température de 0° et sous une pression de 36 atmosphères, la liquéfaction se produisait. La maison Kunheim et Cie a construit à Berlin un établissement du même genre, dont la vente journalière, pour l'Allemagne seulement, est de 200 flacons de 8 kilogr. chacun.

La même industrie a été introduite récemment à Vienne, par l'ingénieur Ed. Hasenörl. Le procédé, qui consiste à faire réagir l'acide sulfurique étendu et exempt de traces d'arsenic sur le carbonate de magnésie pur, permet d'obtenir, dès à présent, 450 kilogr. de liquide par journée de douze heures. On applique également à Vienne le principe des compressions successives, de manière à obtenir de 50 à 60 atmosphères. Le liquide est emmagasiné dans des réservoirs en tôle, dont les fonds sont soudés à la partie cylindrique. Ils sont éprouvés à 250 atmosphères et contiennent chacun 20 kilogr.

Les emplois industriels de l'acide carbonique liquide paraissent devenir nombreux. On se sert avec avantage de cette substance dans les grandes brasseries, pour maintenir dans les tonneaux en vidange une atmosphère d'acide carbonique, et empêcher que la bière ne devienne plate, comme cela arrivait très promptement autrefois. La

métallurgie paraît devoir aussi s'en servir. On assure que les usines Krupp, à Essen, font usage de récipients d'acide carbonique liquéfié pour obtenir des moulages d'acier entièrement exempts de soufflures. Après que l'acier a été coulé dans des lingotières hermétiquement fermées, on ferait arriver l'acide carbonique liquide sur la tête des lingots, et celui-ci, dont la vaporisation est encore favorisée par la chaleur, exercerait sur le métal en train de se solidifier, une énorme pression qui, à 0° est de 36 atmosphères et à 100° de 760 atmosphères, à 146° de 1 000 et à 200° de 2 000. Ces procédés de liquéfaction et de volatilisation sont également employés chez Krupp, pour poser et déposer les frettes des tubes à canons.

Ces divers faits ont engagé les membres de la Société des Ingénieurs et architectes autrichiens à visiter, l'été dernier, l'établissement de M. Hasenörl, et c'est au compte rendu de cette visite que nous avons emprunté ces renseignements.

Assemblée générale annuelle des Ingénieurs des Mines allemands. — La quatrième Assemblée annuelle des mineurs allemands (*Allgemeiner deutscher Bergmannstag*) a eu lieu cette année à Halle, capitale de la province prussienne de Saxe. Les exploitations sont nombreuses dans son voisinage; l'extraction des lignites y a fait d'énormes progrès depuis vingt ans; les schistes cuivreux du Mansfeld y sont, depuis de longues années, l'objet de nombreux travaux; mais c'est surtout à l'exploitation du sel, et, en particulier, du riche gisement de Stassfurt, décrit dans un remarquable mémoire de notre regretté confrère Edmond Fuchs, que la direction supérieure des Mines, dont Halle est le siège, doit son importance actuelle (1).

Le métier de mineur est, en Allemagne, aussi bien pour les chefs que pour les simples soldats, entouré d'un prestige et de traditions qui manquent en France presque entièrement. La ville de Halle s'était donc mise en fête pour recevoir dignement les 400 Ingénieurs de l'État et des entreprises industrielles venus de tous les points de l'empire allemand. Une représentation de gala, avec les à-propos de circonstance, a montré le sein de la terre s'entr'ouvrant pour livrer passage à toute une légion de gnomes et de fées bienfaisantes prêtes à poser des couronnes sur le front des principaux membres du Congrès. Ces réjouissances ont d'ailleurs été accompagnées de communications et de discussions très instructives. Nous relevons, parmi les principales, celles relatives aux nouvelles pompes d'épuisement du Mansfeld, réputées depuis longtemps, par suite des énormes venues d'eau qu'elles ont à combattre. Le mode de formation, les méthodes d'exploitation, les mesures à prendre contre l'incendie des poussières de lignites devaient naturellement trouver leur place ici. Nous signalerons enfin un rapport très intéressant du conseiller des mines Jungst, de Gleiwitz (Silésie). Cet Ingénieur ayant constaté que les pièces des machines de mines et en particulier des pompes, soit en fonte, soit en acier, sont soumises à des ruptures fréquentes, a obtenu des moulages d'une résistance extraordinaire en associant le ferro-silicium à la fonte blanche. Il cite les épreuves auxquelles il a soumis et le travail qu'ont effectivement fourni des cylindres de pistons et des pistons plongeurs obtenus par cet alliage, et émet l'opinion que les additions de silicium, peut-être aussi d'aluminium dans les fontes blanches, sont appelées à un grand succès. Nous reproduisons d'autant plus volontiers ces assertions que l'addition d'alliages siliceux dans les moulages en fonte et en acier a été surtout préconisée par des Ingénieurs français.

Exposition universelle de 1889. — Nous résumons aujourd'hui pour la dernière fois, les commentaires des organes techniques allemands sur la grande manifestation industrielle à laquelle leurs lecteurs se sont abstenus de prendre part. Les diverses constructions du Champ de Mars continuent à être l'objet de nombreuses descriptions. Après la tour Eiffel et le palais des Machines, ce sont, en ce moment, les fontaines lumineuses et les autres dispositions d'éclairage électrique dont on retrouve souvent les dessins. Quant à l'impression générale, du moins chez les gens du métier, nous la trouvons résumée dans l'article de tête du n° 11 du *Stahl und Eisen*, sous ce titre pompeux: « La marche triomphale du fer ». L'article vaudrait la peine d'être lu tout entier: nous nous bornerons à en extraire le passage suivant:

« On a, dit l'auteur, nommé cette entreprise, et non sans raison, la fête des peuples. C'était une fête brillante et joyeuse, et ses adversaires eux-mêmes ont dû l'avouer. Aucune dissonance ne s'est fait entendre, et les bandes nombreuses d'Allemands venus pour assister à ce spectacle, ont pu jouir, sans l'ombre d'un souci, des splendeurs de l'Exposition et des plaisirs de la capitale. Quelques-uns ont vu avec regret que l'Allemand avait été oublié dans les avis placés le long du chemin de fer Decauville dans toutes les langues du monde, depuis le latin jusqu'au volapuck, depuis le chinois jusqu'à l'hébreu. Les esprits chagrins, sensibles aux coups d'épingles, ont seuls pu le remarquer; les autres n'ont fait que rire de cette innocente vengeance, et d'ailleurs, lorsqu'on refuse carrément l'invitation à la fête, on n'a pas à réclamer des égards du maître de la maison. »

(1) Nous rappelons ici que la surveillance supérieure des mines prussiennes est confiée à cinq directions (Oberbergämter), dont le siège se trouve à Dortmund (Westphalie), Bonn (Prusse rhénane), Clausthal (Hanovre), Halle (Saxe) et Breslau (Silésie).

L'auteur rappelle ensuite qu'au mois d'avril il écrivait, dans le même journal : « L'Allemagne a refusé pour des motifs sérieux et valables sa participation à l'Exposition, mais cela n'autorise en aucune façon le dénigrement systématique de tout ce qui y sera fait. L'entreprise promet d'être grandiose. On traite la tour Eiffel de folie, et on lui reproche un manque complet d'élégance et d'harmonie. Un Phidias ou un Praxitèle auraient sans doute secoué la tête en voyant le dôme de Cologne. Le goût se modifie. Le fer est autre chose que le bois ou la pierre. L'époque actuelle doit s'accoutumer à ses formes nouvelles. Pour les ponts, c'est-à-dire pour les constructions à axe horizontal, cela est déjà fait. La tour Eiffel ouvrira la route pour les constructions à axe vertical, pour lesquelles la pierre est employée aujourd'hui. »

Il termine en exprimant sa satisfaction d'avoir ainsi trouvé la caractéristique de l'Exposition avant son ouverture : « Son succès éclatant résulte, dit-il, en grande partie, de l'emploi réussi du fer et de la démonstration que ce métal employé avec méthode et avec goût peut se prêter à des constructions architecturales aussi bien que la pierre et le bois qui l'ont précédé dans ces emplois. »

Nous n'irons pas plus loin : ayant eu quelquefois l'occasion de déplorer l'attaque injuste, nous devons reproduire l'éloge sincère que les Ingénieurs allemands n'ont pu, en fin de compte, nous refuser.

G. BRESSON.

NOUVELLES APPLICATIONS DES FONTAINES LUMINEUSES

Le succès obtenu par les fontaines lumineuses à l'Exposition universelle devait naturellement exciter à faire de nouvelles applications de cette décoration pour contribuer à l'embellissement des parcs et jardins publics. Les fontaines lumineuses offrent un spectacle très attrayant pour le public : c'est pour lui un véritable plaisir des yeux analogue à celui d'un feu d'artifice aux couleurs variées, avec l'attrait de la nouveauté en plus et l'avantage de la durée, sans fumée, sans odeur, et sans danger d'incendie.

Aussi est-il fort probable que, dans quelques années, les fontaines lumineuses seront un des éléments ordinaires de la décoration artistique des jardins publics dans toutes les grandes villes.

En attendant, nous pouvons, dès à présent, signaler quelques applications curieuses qui en ont été faites à Paris.

Le grand Hôtel, depuis plusieurs mois déjà, a fait transformer le jet d'eau qui orne sa cour d'entrée, de façon à pouvoir l'éclairer tous les soirs de différentes couleurs.

Un grand industriel parisien, M. Gaston Menier, a fait une charmante application domestique de ce nouveau mode de décoration, en installant une fontaine lumineuse sur la table même de sa salle à manger.

En voici la description succincte : la table a été percée en son milieu d'une ouverture de 1^m10 de longueur sur 0^m90 de largeur, et cette ouverture a été garnie d'un bassin en zinc de forme polygonale et à bords évasés. Un projecteur de lumière électrique composé d'une boîte circulaire en métal, dont la partie inférieure est formée d'une glace étamée et la partie supérieure d'une glace sans tain, est placé au milieu du fond du bassin. Dans la boîte sont rangées six lampes à incandescence. Pour éviter que l'eau froide ne fit éclater la glace supérieure qui est chauffée par le voisinage des lampes, on a placé une seconde glace sans tain à quelques centimètres de la première pour la garantir du contact de l'eau.

Au-dessus du projecteur, se trouve un ajutage composé de deux couronnes concentriques ayant à leur centre une pomme d'arrosoir. L'eau est amenée par un conduit spécial dissimulé sous le plancher, tandis que les différents conduits de l'ajutage sont munis chacun d'un robinet placé à portée de la main du maître de la maison, qui peut ainsi varier à son gré les effets.

Le changement des couleurs est obtenu par l'interposition de verres teintés entre le projecteur et le jet d'eau. Chaque verre est monté sur un châssis spécial et ces châssis peuvent glisser dans des rainures disposées à cet effet. Ils sont réunis deux à deux, en laissant entre eux un intervalle pour laisser passer la lumière blanche, quand le jet d'eau ne doit pas être coloré. A chaque paire de châssis est attachée une chaînette qui sort du bassin, le contourne en passant sur de petites poulies et vient ensuite passer devant la place du maître de la maison, de telle sorte qu'en tirant à droite ou à gauche les manettes soudées à chaque chaînette qui passent dans des rainures, on peut amener l'un ou l'autre des châssis. Il y a cinq paires de ces châssis, et on peut les combiner ensemble de manière à obtenir des couleurs très variées.

Pour l'éclairage paraché, la plaque de verre teintée est percée en son milieu d'une ouverture circulaire dans laquelle est encastré un disque d'une autre teinte; le jet central et le pourtour sont ainsi colorés différemment.

Enfin, pour masquer tous les détails de l'installation, la table est garnie et recouverte complètement de fleurs; rien ne la distingue alors d'une table ordinaire portant en son milieu une grande corbeille de fleurs.

Ces quelques détails suffisent pour montrer la facilité relative avec

laquelle on peut établir un mécanisme de ce genre dans un appartement privé.

Examinons maintenant une autre application des fontaines lumineuses faite, dans ces derniers temps, dans un grand café du X^e arrondissement de Paris, par MM. Le Calvé et Vauzelle, Ingénieurs-constructeurs.

Cette application présente ce fait intéressant que les masses liquides, au lieu d'être éclairées *de bas en haut*, comme l'avait fait d'abord la maison Galloway and Sons, de Manchester, et comme on avait continué à le faire à l'Exposition et ailleurs; sont, au contraire, éclairées *de haut en bas*, comme dans les systèmes employés au théâtre, pour l'éclairage supérieur de la scène, soit par l'électricité, soit par toute autre source de lumière.

Les foyers lumineux employés sont des chalumeaux oxhydriques. On a choisi, de préférence, la lumière oxhydrique à cause de sa blancheur, de son intensité et surtout de sa fixité qui permet de concentrer toujours les rayons lumineux au même point, sans avoir besoin de régulateur. Ces foyers sont placés chacun dans une ouverture circulaire ménagée dans le plafond, au-dessus du bassin. Ils sont au nombre de trois et produisent chacun un éclairage équivalent à 500 bougies.

Les constructeurs ont aussi imaginé une heureuse disposition qui permet, pour la coloration des eaux, de substituer à l'emploi un peu compliqué des plaques de verre teintées glissant les unes au-dessus des autres, de simples disques de verre divisés en secteurs que l'on recouvre ensuite de feuilles de gélatine colorée. Ces secteurs ont une grandeur suffisante pour couvrir les ouvertures du plafond qu'ils doivent masquer alternativement; et en disposant sur leurs axes quelques poulies portant sur leurs gorges des cordons de renvoi, on peut, à l'aide de leviers, les mettre en mouvement, dans un sens ou dans l'autre, selon les couleurs plus ou moins variées dont on veut parer les gerbes liquides.

En outre, comme les fontaines lumineuses doivent fonctionner en même temps que l'orchestre du café, on a, pour compléter cette installation, dû régler par un ensemble de robinets disposés en clavier, sous la main d'un machiniste, l'arrivée de l'eau dans les gerbes et les différents jets. Le machiniste peut ainsi n'ouvrir ces robinets que juste de la quantité nécessaire pour communiquer au liquide coloré la hauteur de projection voulue.

Les figures 1, 2, 3 et 4 montrent les divers détails de l'installation. Le bassin octogonal A dans lequel se trouvent implantés les ajutages des gerbes et des jets d'eau (fig. 1), est pourvu d'un tuyau de décharge B,

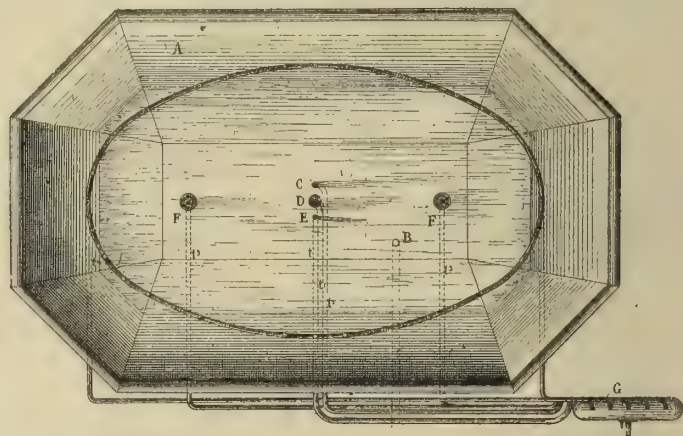


FIG. 1.

placé de manière à ne laisser s'écouler que la quantité de liquide nécessaire pour que le niveau reste constant dans le bassin. Cette disposition a pour objet de faciliter la réflexion des rayons lumineux qui viendraient frapper l'intérieur du bassin, en dehors de la gerbe.

Le bassin A comporte cinq jets d'eau principaux formés par des ajutages appropriés, savoir : un jet droit C, une grande gerbe D, une gerbe en éventail E, deux gerbes symétriquement placées à conducteurs F. Il est en outre pourvu d'un grand nombre de jets disposés en couronne sur sa périphérie.

Tous ces jets sont alimentés par des tuyaux distincts t, t^1, t^2, t^3, t^4 piqués dans l'appareil, sur une nourrice en cuivre G, se reliant par l'intermédiaire du tuyau R (fig. 4) muni d'un robinet S, à la conduite de la Ville, qui amène l'eau dans l'établissement sous une pression de 2 à 3 atmosphères.

Les robinets r, r^1, r^2, r^3, r^4 placés sur les tuyaux de distribution de la nourrice en cuivre, servent à régler la force de projection de l'eau; c'est-à-dire à faire varier la hauteur des gerbes liquides avec l'étendue des sons musicaux de l'orchestre.

La boîte à lumière se compose (fig. 2 et 3) d'une caisse prismatique H contenant trois chalumeaux oxhydriques I alimentés, d'une part, pour l'hydrogène, par le gaz d'éclairage de l'établissement; et d'autre part, pour l'oxygène, par le récipient O dans lequel il est comprimé à 125 atmosphères. Ces chalumeaux sont en outre pourvus de trois lentilles convergentes pouvant se rapprocher ou s'éloigner des bâtons

de chaux Q, au moyen de vis de rappel, et suivant l'amplitude à donner aux cônes de lumière qui traversent, sans réfraction, les secteurs colorés que leur présentent les disques T fixés sur le fond inférieur de la boîte.

Enfin, ajoutons que le réglage de l'arrivée du gaz, qui est un des

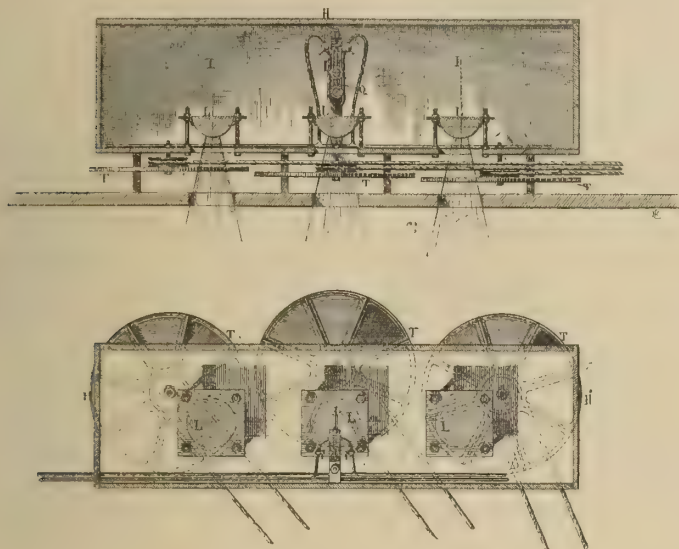


FIG. 3.

facteurs importants de l'emploi de la lumière oxyhydrique, se trouve rigoureusement assuré par un ensemble (fig. 4) de tubes et de raccords en caoutchouc que les robinets s , s^1 , s^2 , s^3 peuvent mettre faci-

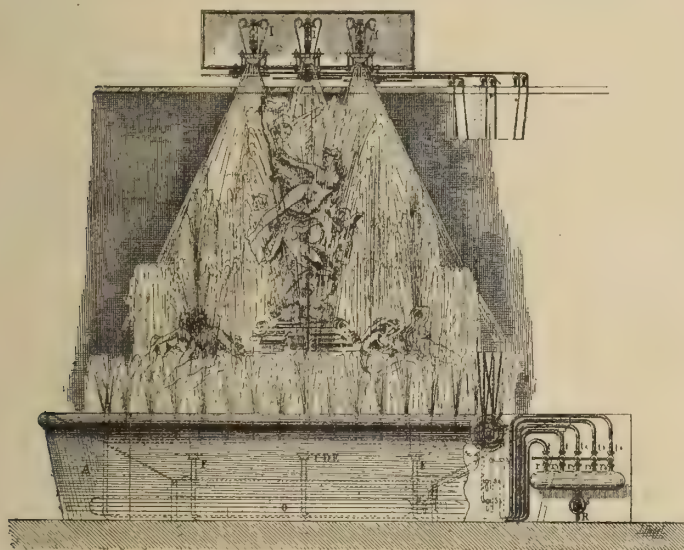


FIG. 4.

lement en communication, et de telle sorte qu'il n'est même pas nécessaire, après chaque représentation, de rallumer les chalumeaux qui restent en veilleuses.

R. GENTILINI,
Ingénieur.

ART MILITAIRE

CHRONIQUE MILITAIRE

Les grandes manœuvres. — La cavalerie au camp de Châlons.

Grandes manœuvres. — Les grandes manœuvres sont-elles, oui ou non, une bonne préparation à la guerre? Oui et non, serions-nous tenté de répondre. La question, en tous cas, est fort controversée. les Allemands considèrent ces exercices comme le couronnement nécessaire de l'instruction; l'année scolaire ne serait pas complète, si on ne faisait pas subir aux troupes cette épreuve de consécration. En France, nous avons commencé par vouloir imiter nos vainqueurs. L'essai a plu : nos troupiers ne seraient pas ce qu'ils sont s'ils n'aimaient pas la vie en plein air. Les fils des Gaulois ne sont pas gens à craindre de coucher à la belle étoile, d'arpenter les routes et de jouer au soldat. Mais on s'est avisé, après, que ce n'est là qu'un jeu, et plutôt un divertissement qu'un enseignement, à la façon du moins dont les choses étaient conduites. Car tout enseignement suppose un maître ou des maîtres. Une leçon n'est bonne que si on re-

lève les fautes commises. Les arbitres officiellement désignés pour remplir ce rôle manquaient d'autorité. Trop souvent leurs décisions étaient contestées, discutées, blâmées, et il en résultait de fâcheuses tendances à l'indiscipline chez les officiers.

Tandis que les arbitres critiquaient la manœuvre et que les chefs critiquaient la critique des arbitres, la troupe restait seule. Livrée à elle-même, elle s'abandonnait. On ne laisse pas impunément les soldats, voire les sous-officiers, sans surveillance : de mauvaises habitudes s'implantaient dans l'armée; le relâchement faisait mine de s'y introduire.

Les mécontents adressaient encore d'autres reproches aux manœuvres : la façon dont elles s'exécutent fausse les idées et trouble l'esprit. On part avec des effectifs réduits; les formations sur les champs de bataille ne ressemblent pas à ce qu'elles seraient à la guerre : l'œil perçoit une image trompeuse de la disposition des troupes sur le terrain. La longueur des colonnes sur les routes n'a aucune analogie avec ce qu'elle serait dans la réalité : la tâche des états-majors est donc ou simplifiée ou dénaturée, car il faut, pour calculer les longueurs d'écoulement d'une division ou d'une brigade, admettre des chiffres différents de ceux que donnent les aide-mémoire et les barèmes réglementaires. Les difficultés pour vivre sont supprimées en partie, puisqu'on est en territoire ami, augmentées dans une certaine mesure, puisqu'on ne peut recourir aux moyens violents, au pillage plus ou moins légal qu'on décore du nom de réquisition (et qui ne ressemble guère à ce que nous appelons ainsi en temps de paix). Les évolutions sont facilitées par cette circonstance heureuse que les canons ne sont pas chargés et les fusils non plus. Elles sont gênées, d'autre part, parce que, malgré tout, on respecte les propriétés, afin de réduire les indemnités allouées aux propriétaires des terrains endommagés.

Bref, à en croire certaines gens, les grandes manœuvres sont une école détestable à tous égards, pour le général comme pour le soldat, pour les services administratifs comme pour les états-majors. Il y a certes du vrai dans ces griefs; mais ils sont poussés à l'exagération. Les doléances des esprits chagrins n'ont pas prévalu contre l'instinct de la foule qui aime le mouvement et à qui il plaît d'entendre parler la poudre. On sent que la caserne, avec sa régularité quasi-monacale d'internat, prépare mal, à elle seule, à l'existence accidentée que la guerre impose. Il faut savoir vivre d'expédients et parfois de rien d'autre. Il faut subir la faim, car les distributions de vivres n'arrivent pas toujours à point; il faut surmonter des obstacles imprévus, se trouver aux prises avec des difficultés insolites. La vie incertaine des grandes manœuvres montre à l'homme de quoi il est capable : elle lui apprend la force que donne cette merveilleuse gaité française qui est l'élément prépondérant peut-être de notre puissance militaire. Elle l'habitue à être « débrouillard », ce qui n'est assurément pas tout, comme on le croyait jadis, et ce qui est plus pourtant que certaines gens ne le pensent. A vingt ans on a besoin de prendre l'air; on ne supporte pas de se sentir constamment enfermé. Voilà à quelles nécessités répond une institution que les critiques les plus justifiées n'ébranlent pas et que, seule, la pénurie du budget menace chaque jour davantage. On en arrive, en effet, à réduire le nombre des journées consacrées à ces exercices et les effectifs qui y prennent part. Une faible proportion des officiers y sont appelés. C'est vraiment dommage : à ne considérer les manœuvres que comme un divertissement, c'est du moins un divertissement salutaire.

Manœuvres de cavalerie. — Les exercices que la cavalerie exécute annuellement au camp de Châlons, sous la haute direction du général de Galliffet, ont un caractère tout différent, par la raison que la cavalerie est la seule arme qui manœuvre. Au temps déjà bien éloigné de la tactique linéaire, on attachait une importance extrême à la précision dans les évolutions de l'infanterie. Le front d'un régiment formait une muraille hérissée de baïonnettes. Pour l'entamer, il fallait, dès qu'un flottement se produisait dans les rangs, se précipiter sur le point faible. Aussi s'efforçait-on de maintenir la troupe compacte : les boulets y ouvraient-ils une brèche, vite on faisait serrer les files, afin que l'ennemi n'y entrât pas. Celui-ci, de son côté, se lançait en colonne d'attaque pour profiter de la moindre ouverture. De part et d'autre, il n'y avait pas un instant à perdre : la prestesse dans l'exécution des mouvements était la condition du salut ou la garantie de la victoire.

Il n'en va plus de même aujourd'hui : les lignes de tirailleurs s'établissent n'importe comment, d'après les exigences de la configuration du terrain. On fait feu; puis, au bout d'un moment, sans trop savoir pourquoi, sous l'influence d'excitations nerveuses mal définies, on se lasse de son immobilité et on se déplace. Suivant le cas, on se porte en avant ou on rétrograde. Mais, à vrai dire, il n'y a pas, en général, d'instant bien défini pour effectuer ce « bond » : on aurait pu le faire aussi raisonnablement cinq minutes plus tôt ou cinq minutes plus tard. Généralement, on profite, pour avancer, de ce que la fusillade ennemie paraît se ralentir; mais il n'y a pas de moment psychologique à saisir, ni d'ensemble à observer. Un tronçon de la chaîne s'élance sur un couvert; le reste a honte de se trouver en arrière, son champ de tir d'ailleurs est restreint par la présence de ce groupe

d'hommes qu'il a devant soi. L'exemple est contagieux. On ne s'ébranle donc pas simultanément, quoi qu'en disent les théories. C'est une série de mouvements partiels, décousus, successifs: ce n'est pas une évolution méthodique et géométrique du genre de la manœuvre qu'exécutaient autrefois les bataillons pour se former en carrés, à l'approche d'une charge de cavalerie. Dans le temps qu'elle franchissait au galop deux ou trois cents mètres, il fallait qu'on fût en formation régulière, prêt à recevoir son choc. Avec les feux de mousqueterie, avec les armes à tir rapide, avec les fusils à répétition, il n'importe guère que l'infanterie soit en ordre et alignée pour qu'elle exécute un feu à volonté. Rien ne ressemble moins aux libres allures de l'infanterie actuelle que les évolutions compassées de l'école du grand Frédéric, dont on disait qu'il faisait exécuter à son armée de véritables figures de ballet, tant les mouvements en étaient bien réglés.

Cette justesse et cette précision restent nécessaires dans le combat de cavalerie contre cavalerie. On a dépensé beaucoup de talent à discuter la question de savoir si des masses d'escadrons s'aborderaient réellement. Doivent-elles se lancer l'une sur l'autre? Le peuvent-elles? Et, le pouvant, est-il à croire qu'elles le feront? Là-dessus on n'arrive pas à se mettre d'accord. On semble pourtant reconnaître que de telles rencontres seront rares. Mais, plus elles le seront, plus il faut s'exercer à y réussir du premier coup. On n'y arrivera qu'à force de manœuvres. Il faut que les chefs acquièrent du coup d'œil, qu'ils voient vite le point vulnérable et la manière d'y pénétrer. De leur côté, les troupes doivent être maniables: n'ont-elles pas à exécuter les mouvements les plus simples, les plus rapides, pour se porter, dans la formation voulue, au point choisi? Il y a un instant favorable à saisir; un retard de quelques secondes peut tout compromettre. Lancés à fond de train, les chevaux vont droit devant eux; si, pendant qu'ils chargent, l'ennemi se dérobe, ils sont incapables de se détourner pour le poursuivre, et ils s'épuisent à galoper dans le vide. Donc il faut que les chefs qui ordonnent une charge et que les cavaliers qui l'exécutent soient avant tout d'excellents manœuvriers.

Des manœuvres, comme celles de Châlons, sont indispensables pour y préparer les uns et les autres. Le général de Galliffet, que ses détracteurs eux-mêmes considèrent comme un instructeur incomparable, les dirige avec maestria et avec autorité. Ses critiques, à lui, sont reçues avec déférence. D'ailleurs, lorsqu'il s'agit de juger l'exécution d'un mouvement, on ne raisonne pas dans le vide, comme lorsqu'il s'agit d'apprécier la valeur relative des situations occupées par deux troupes. Le métier d'arbitre est simple lorsqu'il s'agit de constater un fait, et de relever par exemple que tel escadron est arrivé trop tôt ou trop tard, ou qu'il a pris un mauvais chemin, ou qu'il s'est présenté trop en avant ou trop en arrière. Il est déjà plus délicat d'attribuer le tort de la faute commise au chef qui peut avoir commandé mal à propos ou à la troupe qui peut avoir exécuté de travers. Mais c'est infiniment plus aisé que d'estimer les dégâts qu'aurait causés dans un régiment la canonnade de batteries qui ont tiré seulement à blanc. Les exercices de Châlons ne sont pas seulement divertissants, ils sont encore et surtout utiles: combinés avec les marches de concentration, ils constituent un excellent enseignement pour notre cavalerie.

ARISTIDE FAUCONNEAU.

NÉCROLOGIE

M. PHILLIPS

La science française vient de faire une grande perte; l'un des hommes qui l'ont le plus honorée, M. Phillips, membre de l'Académie des Sciences, est mort le 14 décembre dernier.

Ancien élève de l'École Polytechnique, d'où il était sorti dans le corps des Mines, M. Phillips, après avoir pris le grade de docteur ès Sciences mathématiques devant la Faculté de Paris, en 1849, n'avait pas tardé à se faire connaître par les plus importants travaux.

Son mémoire sur les ressorts en acier employés dans le matériel des chemins de fer ainsi que ses expériences sur l'élasticité des lames d'acier le conduisirent à des règles de fabrication qui furent adoptées immédiatement par les constructeurs; elles permirent de calculer par des formules très simples, l'épaisseur des lames qui constituent le ressort, leur courbure, leur nombre, le profil des amincissements de leurs extrémités, de manière à obtenir une flexibilité déterminée et une résistance voulue soit à la pression, soit au choc.

La théorie de la coulisse de Stephenson, publiée quelques années après, résolvait une question non moins importante pour les applications; bien des essais avaient été faits pour arriver à la solution, tous s'étaient heurtés à des calculs inextricables: M. Phillips, par la considération des centres instantanés de rotation, donnait un procédé commode, vraiment pratique, pour traiter tous les problèmes qui se rattachent à cet ingénieux mécanisme.

La série de mémoires sur le calcul de la résistance des poutres droites sous l'action d'une charge en mouvement, constituent une des parties les plus intéressantes de l'œuvre de M. Phillips. Le problème n'avait jamais été traité d'une façon rigoureuse; les seuls travaux que l'on avait publiés sur ce sujet, ceux de Willis et Stokes,

négligeaient l'inertie de la poutre, laissaient de côté sa charge permanente et n'examinaient que le cas où elle reposait librement sur deux appuis. M. Phillips, appliquant au problème une analyse nouvelle et élégante, le résolut d'une façon complète, et ses formules devinrent rapidement classiques.

Nous ne pouvons songer à donner ici le détail de toutes les recherches qui, pendant une période de quarante années, ont mis M. Phillips en évidence: ses études sur les corps solides de forme quelconque en tenant compte du frottement, sur les pertes de force vive dues aux changements brusques des liaisons, sur le principe de la moindre action, sur l'application du principe de d'Alembert à l'étude directe des mouvements relatifs, sur la résolution des problèmes où les conditions aux extrémités sont fonctions du temps, présentent toutes le plus haut intérêt.

Mais nous devons signaler tout spécialement les mémoires de chronométrie, qui, à eux seuls, par leur importance, par les conséquences qu'ils ont eues, suffiraient à protéger le nom de M. Phillips contre l'oubli. Sa théorie du spiral réglant, en lui permettant de définir les formes des deux courbes terminales propres à assurer l'isochronisme, rendit le plus grand service à l'horlogerie.

Tous les travaux de M. Phillips présentaient ce caractère bien rare de joindre à une hauteur de vues exceptionnelle une clarté extraordinaire. C'était en même temps qu'un savant de premier ordre un professeur remarquable; ses élèves de l'École Centrale et de l'École Polytechnique conserveront la mémoire de ses savantes leçons en même temps que le souvenir de son caractère droit et bienveillant.

H. LÉAUTÉ.

INFORMATIONS

Comité consultatif des chemins de fer.

Le Ministre des Travaux publics vient, par décret en date du 19 décembre 1889, de réorganiser le Comité consultatif des chemins de fer.

D'après la nouvelle organisation, le Comité consultatif est composé de 45 membres nommés par décret et de 4 membres de droit.

Les 45 membres nommés par décret comprennent:

12 membres du Parlement, dont 4 sénateurs et 8 députés;

5 membres du Conseil d'État;

3 membres de la Chambre de commerce de Paris et le président du Tribunal de commerce de la Seine;

2 représentants du ministère des Finances; 3 du ministère du Commerce; 1 représentant de chacun des ministères de l'Agriculture, de la Guerre, de l'Instruction publique;

3 membres du corps des Ponts et chaussées; 1 membre du corps des Mines;

1 administrateur des Compagnies de chemins de fer; 2 membres de la Société des Ingénieurs civils;

3 représentants du commerce; 3 représentants de l'industrie; 1 entrepreneur de travaux publics; 1 ouvrier ou employé des Compagnies de chemins de fer.

Les membres de droit sont: le directeur général des douanes; le directeur des chemins de fer; le directeur des routes, de la navigation et des mines, et le directeur du personnel du ministère des Travaux publics.

Les membres nommés par décret le sont pour deux ans. Voici les noms de ceux qui ont été désignés pour faire partie du Comité consultatif pour la période 1890-1891:

MM. DIETZ-MONNIN, HUGUET, REYMOND et TOLAIN, sénateurs;

AYNARD, GEORGES COCHERY, DEANDREIS, FÉLIX FAURE, C. PELLETAN, PREVET, OBISSIER SAINT-MARTIN, R. WADDINGTON, députés;

PICARD, président de section au Conseil d'État; BÉQUET, CHABROL, CHAUCHAT, COTELLE et ROUSSEAU, conseillers d'État;

POIRRIER, président de la Chambre de commerce de Paris; HIÉLARD et MARCILHACY, membres de la même Chambre;

GUILLLOTIN, président du Tribunal de commerce de la Seine;

LE BLANT, inspecteur général des Finances; GEORGE, conseiller-maître à la Cour des comptes, sénateur;

NICOLAS, directeur du commerce intérieur; MARIE, directeur du commerce extérieur; BARON, directeur à la direction générale des Postes et télégraphes; TISSERAND, directeur de l'agriculture; le général DE FRANCE, membre du comité d'état-major; XAVIER CHARMES, directeur du secrétariat au ministère de l'Instruction publique;

FARGAUDIE, LEBLANC, MENCHE DE LOISNE, inspecteurs généraux des Ponts et chaussées;

LAMÉ-FLEURY, inspecteur général des Mines, conseiller d'État;

GRIOTET, administrateur de la Compagnie du chemin de fer du Nord;

GOTTSCHALK et EMILE LEVEL, membres de la Société des Ingénieurs civils;

CANUS, président de la Chambre syndicale des transports; VICTOR DODÉ, président de la Chambre syndicale des facteurs aux Halles centrales; LÉON DUCRET, président de la Chambre syndicale des industries diverses;

PÉGHOUX, administrateur de la Compagnie des canaux maritimes; VILLARD, Ingénieur, administrateur de compagnies agricoles de dessèchement et de colmatages; LAZARE WEILLER, industriel; MICHAU, entrepreneur de travaux publics;

PERROCHEAU, ouvrier ajusteur dans les ateliers de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest;

Fig.1.—Façade Ouest.

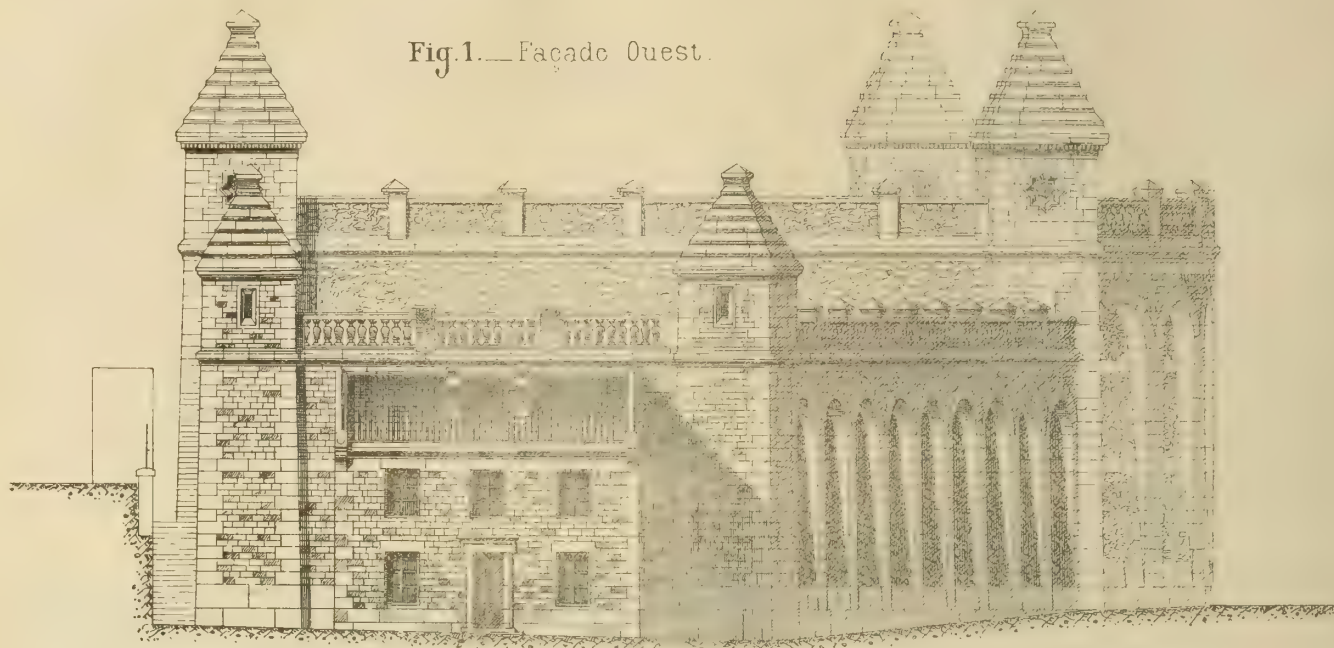


Fig 3 Coupe horizontale

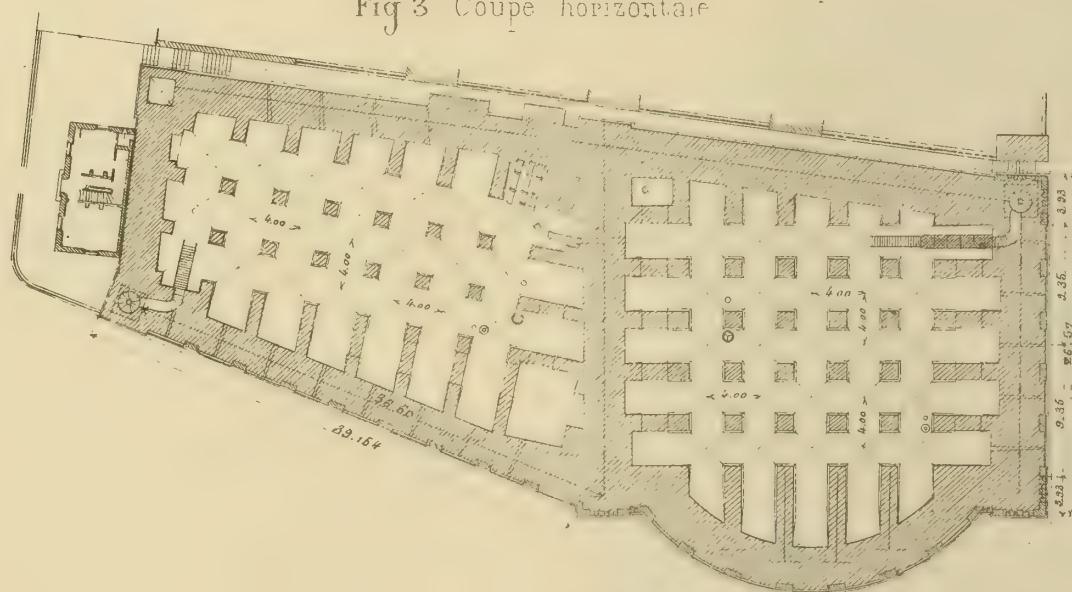
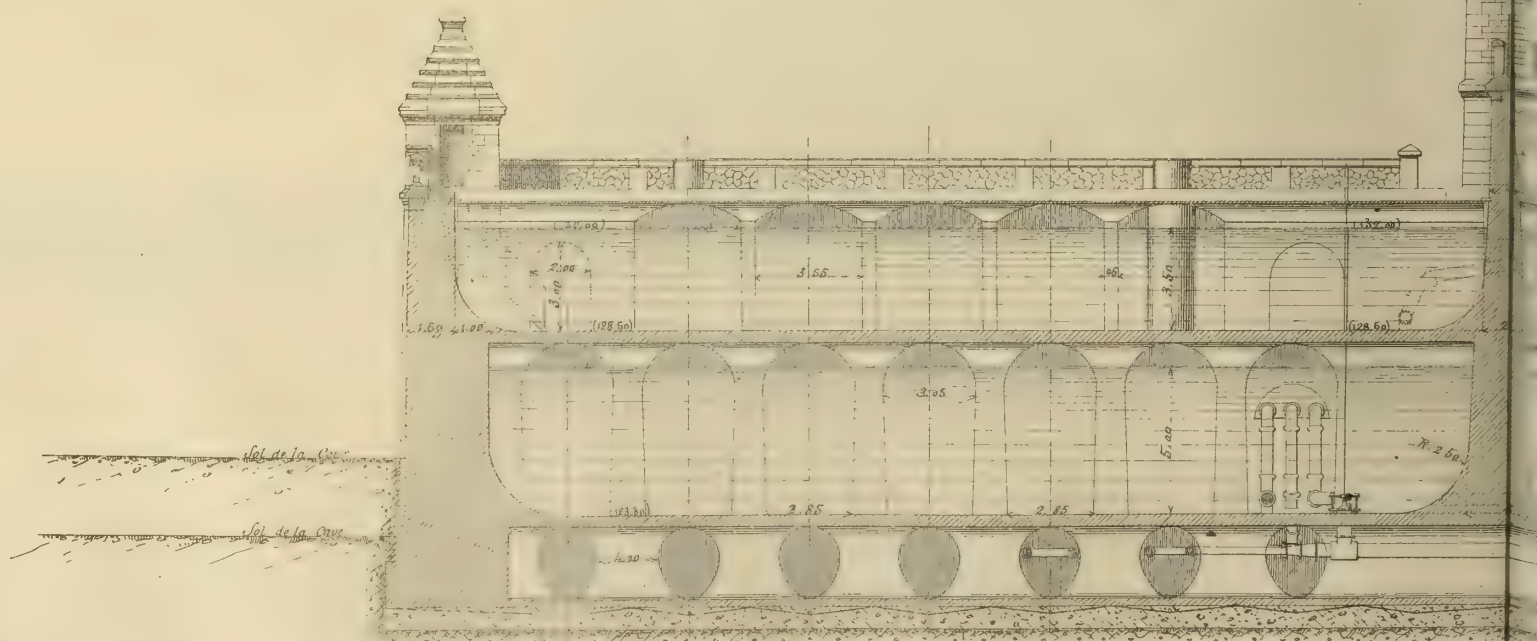


Fig. 5.—Couple



RÉSERVOIRS

DE

MARTRE

Fig. 2. Façade Est

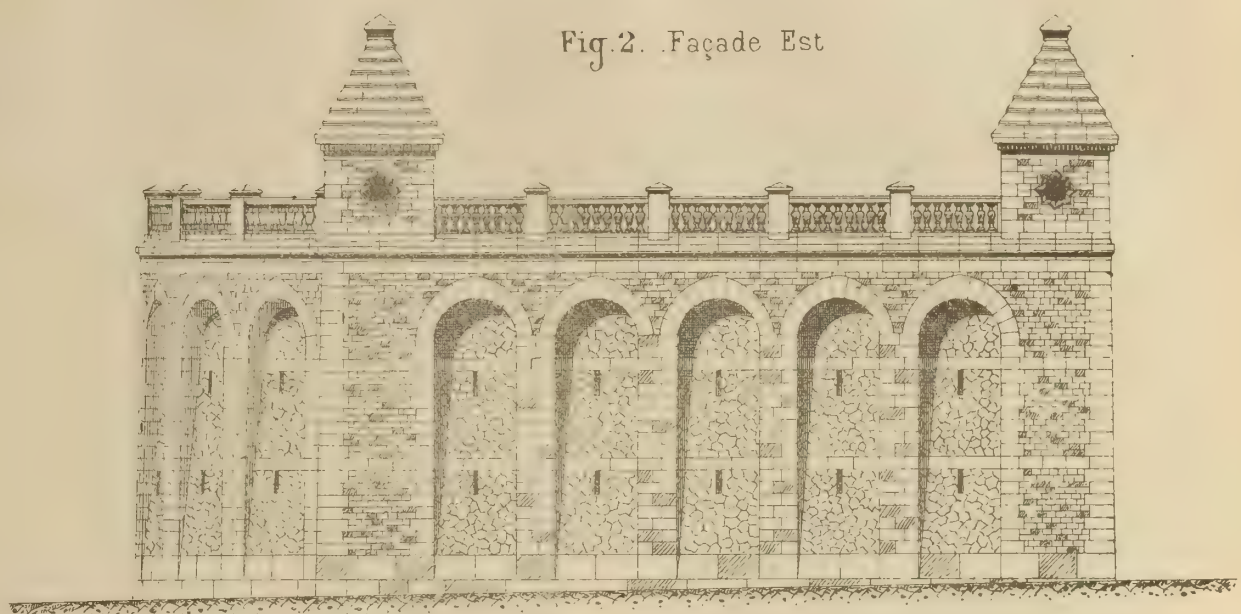
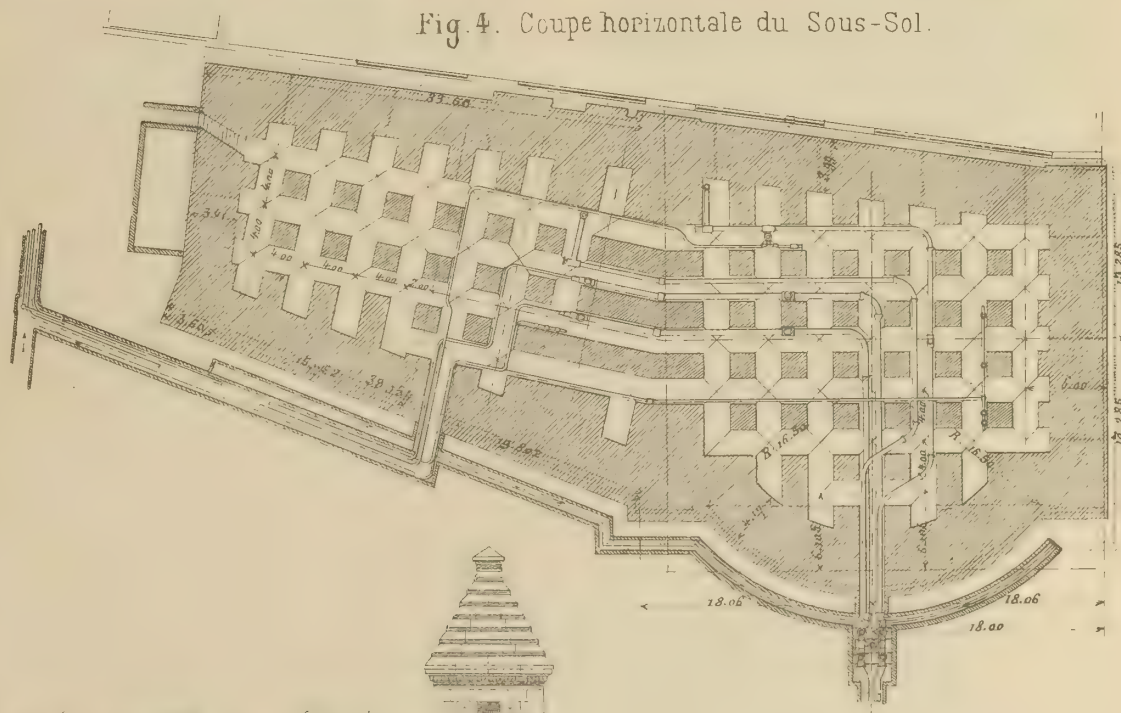


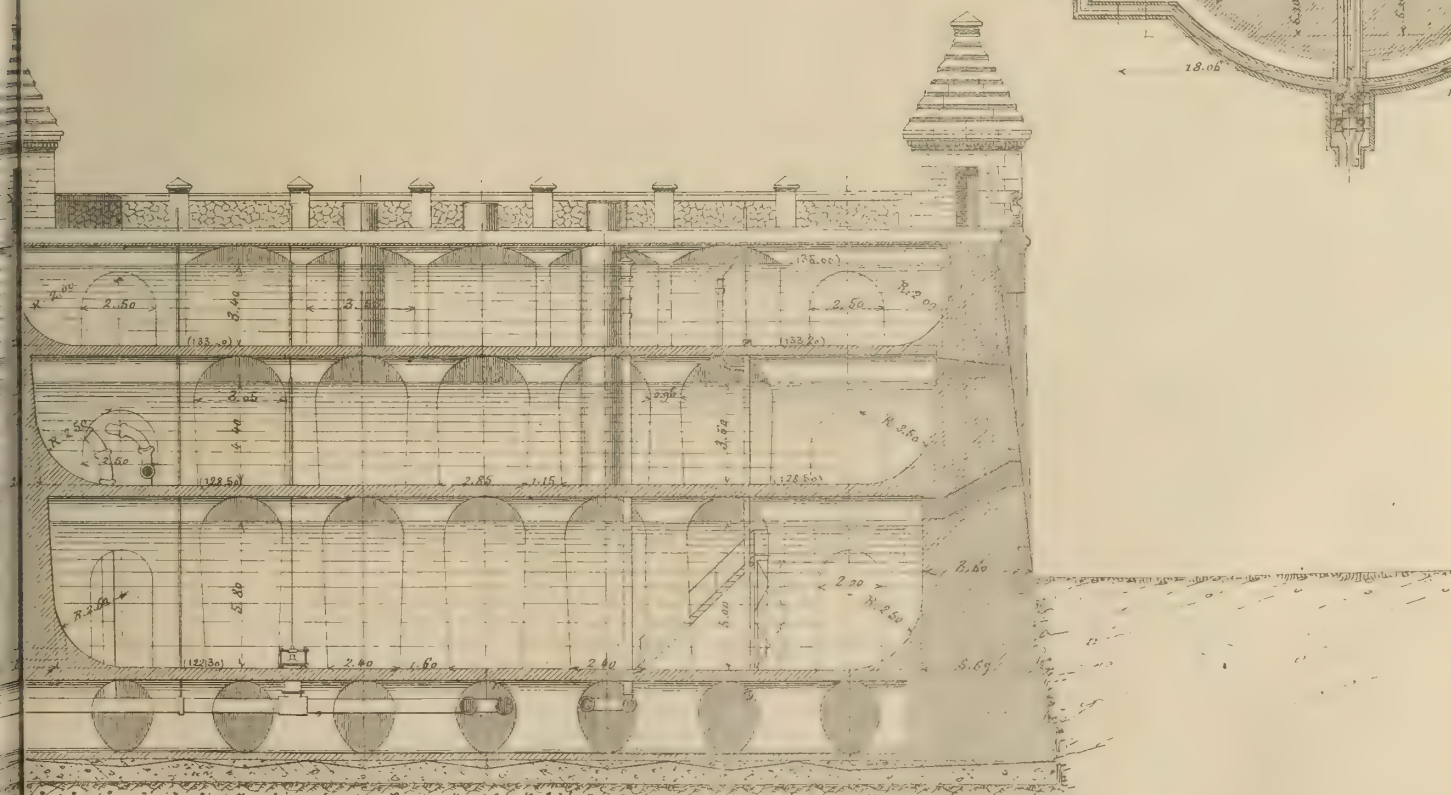
Fig. 4. Coupe horizontale du Sous-Sol.



la Coupe; 0,004 pour 1 mètre.

0,002 pour 1 mètre.

longitudinale.



EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

MAISON GAGET, GAUTHIER ET C^{ie}

(Ancienne maison Monduit et Béchét).

GROUPE III, CLASSE 25. — GROUPE VI, CLASSE 63. — ÉCONOMIE SOCIALE

La maison de plomberie Gaget, Gauthier et C^{ie} est un des établissements parisiens les plus importants et les plus connus. Pendant plusieurs mois, il y a quelques années, ses ateliers de la rue de Chazelles ont été le rendez-vous de nombreux visiteurs, qui admiraient la statue colossale de « la Liberté éclairant le Monde » (1), remarquable spécimen des travaux de la grande plomberie, dont il marquera le progrès à la fin du XIX^e siècle.

L'origine de cette maison, déjà ancienne, remonte à l'époque où Viollet-le-Duc remit en faveur l'architecture du Moyen-Age, si longtemps délaissée. Frappé du parti que les architectes de ce temps avaient su tirer du plomb comme accessoire de décoration dans les monuments, le célèbre architecte se mit à étudier les formes et les moyens d'exécution des anciennes plomberies. Il rencontra un ouvrier habile qu'il sut former à son école pour l'exécution pratique de ses conceptions. Ce praticien fut M. Durand, fondateur de la maison dont nous parlons, mort en 1860 « après avoir le premier, suivant l'expression de Viollet-le-Duc, rendu à la belle industrie de la plomberie une partie de sa splendeur ».

Le nom de Durand, dont l'établissement était situé rue Saint-Nicolas-d'Antin, aujourd'hui rue de Provence, fut mis en évidence par l'exécution de travaux considérables. L'architecte Lassus, chargé de la restauration de la Sainte-Chapelle, lui confia les travaux de plomberie de ce monument. Viollet-le-Duc, à son tour, lui confia la restauration de Notre-Dame, et à partir de ce moment, Durand fut l'auxiliaire de toutes les restaurations monumentales et le plombier des grandes constructions neuves de l'époque. Il fut fait chevalier de la Légion d'honneur à la suite de l'Exposition de 1855.

En 1860, l'établissement Durand fut acquis par MM. Monduit et Béchét, deux praticiens habiles, qui continuèrent l'œuvre de leur devancier pendant une période de douze années, pendant laquelle ils exécutèrent d'importants travaux. On y retrouve leur industrie perfectionnée, surtout dans l'emploi du cuivre : citons entre autres le *Vercingétorix* de Millet, qui figura à l'Exposition de 1867 ; la restauration du dôme des Invalides ; la construction des dômes en cuivre de l'Opéra, sous la direction de M. Garnier ; la continuation des travaux de Notre-Dame, les flèches de plusieurs églises et l'ornementation d'un grand nombre de châteaux.

En 1872, la maison fut transformée en une Société en commandite par actions au capital de 1 500 000 francs, et portée à un développement considérable par l'adjonction d'une branche importante de plomberie industrielle : la distribution des eaux. La maison Gaget-Gauthier fut, en effet, associée aux magnifiques travaux de MM. Haussmann et Belgrand, et la création de l'immense réseau de la Compagnie générale des Eaux lui fournit une somme de travaux importants. C'est pour le compte de cette Compagnie que cette maison a exécuté l'aménagement des bassins, cascades, et la canalisation complète de l'Exposition de 1878, entreprise considérable qui fut menée à bien en moins d'une année. Le service des eaux publiques et particulières est fait par cette maison, non seulement à Paris, mais dans beaucoup de grandes villes, parmi lesquelles : le Havre, Elbeuf, Lisieux, Chalon-sur-Saône, Château-Thierry, Villefranche, Toulon, Nice, Menton, etc.

Quant aux travaux d'art, la période qui suit son cours sous la raison Gaget, Gauthier et C^{ie}, en a fourni un très beau contingent : les parties reconstruites des Tuileries, après les événements de 1871, galeries du quai, pavillon de Flore et pavillon de Marsan, ainsi que le Palais de Justice et la Cour de Cassation, donnèrent beaucoup d'ouvrage à la maison ; c'est à elle aussi que fut confiée l'œuvre si difficile, et d'ailleurs si bien accomplie, du redressement des plaques de la colonne Vendôme, lors de sa réédification. Citons aussi d'intéressantes applications du cuivre et du plomb repoussés, dans la Renommée du Trocadéro, le Génie des Arts, placé dans le tympan des Tuileries, en face du pont des Saints-Pères ; le Génie de la Belgique, à Bruxelles ; le Saint-Michel qui surmonte la chapelle de Fourvières, à Lyon ; la statue colossale de « la Liberté éclairant le monde », dont nous avons parlé plus haut.

Le siège social de la maison Gaget-Gauthier est situé, depuis 1872, rue de Chazelles, à Paris : là sont aussi les ateliers, vastes, très élevés, où peuvent être exécutés les travaux les plus considérables. Tout s'y fait à la main : l'artiste plombier travaille le métal avec des outils en bois qu'il se taille lui-même, suivant ses besoins, et qu'il frappe à l'aide d'un maillet également en bois. Les travaux d'art exécutés rue de Chazelles reproduisant des dessins uniques, œuvres de nos plus grands architectes, sont destinés en général à des palais ou des châteaux qui exigent des sujets originaux ; aussi n'emploie-t-on dans l'atelier de plomberie, ni mouton, ni balancier. Dans certains cas seulement, quand il s'agit d'une frise, par exemple, de masques répétés ou d'ornements composés d'éléments identiques, on fait un gabarit en fonte, sur lequel on martèle ensuite le plomb ; on se contente même, le plus souvent, de gabarits en alliage de soudure, que l'on refond indéfiniment.

La maison possède en outre, à côté de l'atelier des modèles en bois

et en plomb, un vaste atelier de robinetterie. L'ensemble occupe environ 300 ouvriers.

L'Exposition de 1889 vient de fournir à MM. Gaget-Gauthier l'occasion d'affirmer des progrès nouveaux dans la belle industrie remise en honneur par Durand : outre la Fontaine monumentale de Bartholdi, œuvre principale de la maison, on a beaucoup admiré un « Saint-Michel terrassant le dragon », motif de près de 9 mètres de hauteur, en cuivre martelé ; une réduction au 1/16 de la statue de la Liberté éclairant le monde ; un groupe en cuivre martelé, fait pour l'église de Boulogne ; une statue de Saint-Paul, montée sur une colonne en plomb martelé, et divers ornements en plomb et cuivre, feuilles, chimères, lucarnes, fleurs, etc.

Récompenses obtenues. — Depuis 1872, date de la Société nouvelle, la maison a remporté aux expositions universelles, les récompenses suivantes :

Vienne, 1873 : diplôme d'honneur. — Paris, 1878 : Grand Prix et médaille d'or. — Anvers, 1885 : 2 diplômes d'honneur. — Hanoï, 1887 : diplôme d'honneur.

L'Exposition universelle qui vient de finir a valu à la maison un Grand Prix dans la classe 25 (bronze et métaux repoussés) ; une médaille d'or dans la classe 63 (distribution d'eaux), et une médaille d'argent dans la section d'économie sociale, pour la participation des employés dans les bénéfices de la maison. M. Gauthier est mort quelques jours après avoir reçu la croix de la Légion d'honneur, à la suite de l'Exposition de 1889. M. Gaget, le directeur actuel de la maison, avait été décoré en 1885, après l'achèvement de la statue colossale de Bartholdi, qui a été offerte par la France aux États-Unis.

R. PERSONNE DE N. SENNEVOY.

LE MATÉRIEL DE L'INDUSTRIE TEXTILE A L'EXPOSITION

Groupe VI. — Classes 27, 51, 54, 55, 56, 58 et 59.

(Suite 1.)

Métiers à tisser la bonneterie. — Le métier de bonnetier a excité autrefois la verve de nos vaudevillistes, à une époque où la fabrication mécanique n'existait pas encore. Aujourd'hui que celle-ci a pris rang parmi les branches relativement importantes de notre activité nationale (puisque la bonneterie française fait en moyenne 200 millions d'affaires par an), elle constitue une véritable industrie, mettant en mouvement les machines les plus délicates et créant des produits qui sont un de nos meilleurs articles d'exportation. Il y a trente ans à peine que cette industrie existe : les premiers métiers rectilignes automatiques figurèrent pour la première fois avec succès à l'Exposition de 1867 ; en 1878, les métiers circulaires furent les plus nombreux, en raison de l'engouement du public pour l'article jersey ; 1889 fixe le complet développement de tous les genres de métiers automatiques qui répondent aujourd'hui aux besoins les plus variés de la fabrication.

Les principaux constructeurs de métiers à tricot qui figuraient à l'Exposition sont MM. Terrot, de Dijon ; Bonamy, de Saint-Just-en-Chaussée ; Emmanuel Buxtorf, de Troyes ; H. Degageux, de Troyes ; Grammont et Sirodot, de Troyes, pour les circulaires ; Gourdin, de Montigny, et Dubied, de Couvet (Suisse), pour les rectilignes.

Les *métiers circulaires à tricoter* qu'exposait M. Terrot sont du système français ; ils se distinguent tous par l'enroulage automatique du tricot fabriqué. Pour se rendre compte de la nouveauté de cette application, il faut savoir que les métiers à tricoter circulaires se divisent en deux catégories bien distinctes : le métier anglais, usité presque exclusivement en Angleterre, et le métier français, adopté par presque tous les fabricants du continent. Le premier genre comporte un système d'enroulage mécanique du tricot fabriqué, et le dispositif utilisé exerce une certaine tension verticale de bas en haut favorable à la fabrication, le tricot se détachant par la partie supérieure du métier. Dans le second genre, au contraire, le tricot se détache par le bas, et un simple disque ou plateau circulaire en bois dans l'intérieur du boyau suffit, par son propre poids, au détachement du tricot. En appliquant aux métiers français classiques un système d'enroulage automatique, l'inventeur a voulu remédier à l'inconvénient qui résulte de la perte de temps nécessaire pour remonter le plateau, lorsqu'il touche le sol de l'atelier par suite de la continuité de production.

Dans les *métiers circulaires* qui étaient exposés par M. Bonamy, il y a surtout à remarquer un perfectionnement appliqué par ce constructeur aux métiers à côtes, dits métiers Tailbouis ou métiers-tubes, et qui permet de faire automatiquement les ourlets ou parties de tissus repliés qui terminent l'extrémité des bas et empêchent le tricot de se défilier. Jusqu'aujourd'hui on était parvenu à faire un ourlet avec quatre rangées de mailles, mais il fallait arrêter les métiers pour déplacer certaines pièces et faire quelques opérations à la main. Pour faire le tissu à côtes, il faut deux fontures, l'une avec des aiguilles horizontales et l'autre avec des aiguilles verticales. L'invention de M. Bonamy pour faire les ourlets consiste à sup-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome III, n° 49, page 461.

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 46, p. 349, tome XVI, n° 6, p. 164, n° 7 p. 177, n° 8, p. 204, et n° 9, p. 228.

primer à un moment donné l'action des aiguilles horizontales. Le métier continuant à tourner, les aiguilles verticales prennent seules du fil et produisent une partie de tissu sans côtes d'une longueur quelconque : quand on remet les deux fontures en fonction ensemble pour produire le tissu à côtes ordinaires, la portion de tissu sans côtes se trouve reliée au tissu à côtes et produit un grand ourlet très-élastique, parfaitement solide et peu épais, puisqu'il est formé de deux tricots simples.

M. *Emm. Buxtorf* a appliqué aux divers métiers de sa fabrication un système ingénieux de désembrayage et casse-fil automatique. Au-dessous du porte-système, c'est-à-dire du plateau supérieur où sont groupés tous les organes qui concourent à la production du tube de tricot, l'inventeur a suspendu, par l'intermédiaire de galets, un cercle très léger, concentrique à l'axe du métier, et dont la circonférence extérieure est munie de chevilles radiales en nombre égal à celui des casse-fils ; un excentrique horizontal dépendant de la même pièce, est situé à environ un millimètre du désembrayage proprement dit. Aussitôt qu'un fil casse, il fait tomber entre les vis des plaques d'aiguilles le pantin qui s'y trouve appuyé, le coupe-fil pivote légèrement par la rotation du métier, déplace la cheville correspondante du cercle, fait tourner celui-ci de la quantité nécessaire pour que l'excentrique pousse le levier de désembrayage, dégage ce dernier et arrête la machine ; alors une lame de ressort, fixée d'un côté sur le porte-système et de l'autre contre une goupille vissée dans l'épaisseur du cercle mobile, ramène cet anneau au point de départ. Comme nous le dirons plus loin en parlant des appareils de précision, un autre inventeur, M. Radiguet, obtient le même résultat à l'aide d'électro-aimants.

M. *H. Degageux* exposait un métier à quatre grandes mailleuses et chaîneuses pour tissu jersey, muni d'un débrayage électrique, un autre à quatre petites mailleuses produisant toutes les bordures pour l'article piqué, un troisième pour jersey avec garde-laine et débrayage mécanique, un quatrième à dix chaîneuses pour tricot à dessin en fourré, et une remailleuse circulaire à six poinçons mobiles pour le remontage à la maille des bords-cote, goussets et coutures des extrémités de tricots.

MM. *Grammont* et *Sirodot* exposaient plusieurs métiers circulaires avec mailleuse d'un nouveau système et abattage intérieur. Nous ne saurions, sans étendre plus que de raison cette étude rapide, entrer dans le détail de ces divers appareils assez spéciaux et compliqués.

Les métiers rectilignes de M. *Gourdin* sont à côtes couvertes et à augmentations et diminutions automatiques.

Enfin M. *Dubied* exposait cinq métiers rectilignes de fontures et de jauges diverses : un métier de 50 centimètres de fonture, jauge 20, de 510 aiguilles à deux chutes, avec rouloir automatique, et arrêt électrique après un nombre de tours déterminé d'avance ; une machine à jacquard de 70 centimètres, jauge 42, de 334 aiguilles, avec disposition spéciale pour produire les dessins piqués pour devants de gilets de chasse ; une machine de 40 centimètres, jauge 36, de 221 aiguilles, avec rayeur à deux couleurs pour la côte, et disposition spéciale pour produire la côte anglaise à la façon du métier, et travailler les fils de qualité inférieure ; une machine de 26 centimètres, jauge 25, de 208 aiguilles, avec système pour obtenir la côte « 1 et 1 » tout à fait régulière, et une machine de 21 centimètres, jauge 36, de 116 aiguilles, avec chariot coupé sur la droite pour jambes unies et pieds de bas.

Métiers à tisser la passementerie, ganses, lacets, etc. — La plupart des machines exposées sont basées sur le principe du métier cordonnet. Des poupées, en nombre variable, portent et fournissent le fil, toujours tenu à un degré de tension convenable grâce à un poids placé dans leur intérieur. Le mécanisme de la machine entraîne et renvoie ces poupées sans interruption, moitié dans un sens, moitié dans l'autre : de leur mouvement résulte le croisement des fils en divers points et, par suite, la formation successive de mailles qui constituent le tissu. Au fur et à mesure que celui-ci est fabriqué, il s'enroule sur des bobines dont le mouvement de rotation est plus ou moins accéléré, suivant qu'on veut les fils plus ou moins serrés. C'est sur ce principe que sont fondées les mécaniques qui constituent le principe des petits appareils qu'avait exposés MM. *Transberger* (machines à guipure) ; *Sarron* (métiers à lacets), et *Touilleux* (machines à recouvrir la gutta, à faire la tresse à chausson et à fabriquer la natte pour semelles d'espadrilles).

Tout autre est le métier de M. *Fribourg*, destiné à tisser le ruban, le galon et la passementerie nouveauté. Cette machine a quelque rapport avec les métiers dits à la barre, et l'on peut y monter comme sur ceux-ci de 20 à 30 pièces à la fois, mais sur ces derniers, toutes les pièces tissées sont du même type, tandis que sur le spécimen exposé, chaque pièce peut être exécutée sur un modèle différent. De ce que le mécanisme de chaque pièce est indépendant, il résulte qu'on peut suspendre le tissage de l'une d'elles sans se préoccuper de celui des autres qui continue sans arrêt : la vitesse de marche est d'environ 300 coups de navette à la minute.

Métiers à tisser le tulle. — MM. *Lenique* et *Picquet*, fabricants de tulle, faisaient fonctionner sous les yeux du public un métier à tisser le tulle, du système classique dit *Leaver*, du nom de l'inventeur anglais qui en imagina le principe, construit par MM. *Géneau*, *Kleimpeter* et *C^e*. Ce métier, le plus grand qu'un constructeur français ait entrepris, a 11^m 50 de long, et une cage de verre qui l'entoure préserve de la poussière les organes délicats qu'il met en œuvre. Aujourd'hui, comme on le sait, de tous les systèmes inventés, le *Leaver* est le seul qui soit partout adopté ; les divers métiers ne diffèrent

plus que par la puissance de leur jacquard et le nombre de leurs barres, qui varie de 30 à 400.

Les constructeurs de ce métier sont justement les successeurs de ceux qui, en 1855, ont fait fonctionner au Palais de l'Industrie, pour la première fois, une machine à fabriquer le tulle sous les yeux du public. Bien que le spécimen exposé ne diffère des autres que par l'addition d'un petit appareil destiné à empêcher les plis de tension du tulle en fabrication et à permettre de « rabouter », les exposants ont voulu avant tout montrer au public qu'on construit des métiers à tulle autre part qu'à Nottingham et Plauen. Les trois quarts des fabricants de tulle de France s'adressent presque toujours, en effet, à l'Angleterre pour leurs machines ; ils sont obligés de faire l'avance des fonds (soit plus de 25 000 francs par métier), et bien souvent il est arrivé que des constructeurs anglais ont fait faillite après avoir reçu nos capitaux.

M. *Carbonelle* exposait une machine qui a en vue le perçage des cartons jacquard pour ces métiers et dispense de la mise en carte et du lisage. Par une disposition ingénieuse, le perçage se répète simultanément sur une plaque spéciale en marquant le dessin, qui se trouve ainsi contrôlé, ce qui permet, dans le cours du piquage, d'apporter dans le modèle les modifications nécessaires.

Métiers à fabriquer la broderie. — C'est à Josué Heilmann, de Mulhouse, qu'on doit l'invention du métier à broder, en 1834 ; mais les premières machines montées d'après les principes indiqués par cet inventeur furent si imparfaites qu'elles ne furent pas adoptées en France. La construction en fut reprise par la Suisse, qui l'établit sur une grande échelle dans les cantons de Saint-Gall et d'Appenzell, l'étudia, le perfectionna et en obtint une production triple de celle qui lui avait été assignée tout d'abord. La France ne l'a adopté que longtemps après.

En 1867, la Suisse seule exposait des métiers à broder ; en 1878, nous avions deux constructeurs français, MM. *Daltroff* et *Mariolle* frères, tous deux de Saint-Quentin ; à l'exposition actuelle, il n'y a que des constructeurs suisses.

Ces énormes métiers paraissent, au premier abord, être d'une étonnante complication. Rien n'est plus simple cependant. L'inventeur s'est proposé naturellement d'imiter le travail à la main. L'ouvrière brodeuse sur linon ou batiste perce le tissu d'une main, tandis que l'autre, placée sous l'étoffe tendue, reçoit l'aiguille et la repasse à travers le tissu, en suivant le tracé du dessin imprimé sur l'étoffe. Dans le métier mécanique, le tissu (jaconas ou mousseline), est tendu très régulièrement et maintenu dans une sorte de cadre vertical ; les doigts de la brodeuse sont remplacés par des mâchoires ou pinces qui se ferment et s'ouvrent pour tenir l'aiguille à deux pointes, la pousser à travers le tissu et la lâcher au moment précis où les pinces, derrière l'étoffe, la saisissent, la tirent hors du tissu et s'éloignent jusqu'à la distance voulue, pour que le fil tendu donne au point un relief convenable. Toutes ces pinces ou doigts d'acier, au nombre de 210 à 240 et plus, sur deux rangs, sont portées sur un chariot qui avance ou recule, pour percer l'étoffe, céder l'aiguille au chariot, tout à fait semblable, qui fait derrière le cadre vertical les mouvements symétriquement opposés. Donc, au même instant, 200 aiguilles percent l'étoffe ; les mouvements alternatifs des deux chariots tirent les aiguilles, les ramènent, les cèdent aux doigts d'acier qui se sont rapprochés de l'autre face du tissu pour les recevoir à leur tour, tirer et tendre le fil et effectuer ainsi la broderie.

Comme dans les self-actings, les deux chariots n'ont qu'un mouvement de va-et-vient horizontal, de même que les aiguilles, que les pinces saisissent et poussent alternativement à travers l'étoffe. Si donc cette étoffe, bien également et uniformément tendue, était complètement immobile, les aiguilles perceraient toujours les mêmes points du tissu et il n'y aurait pas de résultat. Or, le tissu n'a reçu aucun dessin ; mais, par le travail du brodeur, comme nous allons l'expliquer, le cadre porte-tissu fait, pour chaque point, un mouvement composé qui change la place de l'étoffe devant les aiguilles. L'organe mécanique principal qui permet de broder tous les tissus imaginables sans changer quoi que ce soit au métier, est un *pantographe* suspendu verticalement. Le cadre qui tient l'étoffe bien tendue au moyen de temples spéciaux est lui-même fixé dans une solide armature de fer guidée et maintenue dans un plan vertical constant. Cette armature et son cadre peuvent prendre latéralement, et de haut en bas, tous les mouvements, en se maintenant toujours invariablement dans le même plan ; ce sont ces conditions de stabilité et de mouvements d'une parfaite précision qui rendent seules la broderie possible et qui donnent tant de mérite à l'organisation mécanique du métier. Le cadre, maintenu dans les conditions de mobilité que nous venons de dire, est suspendu au côté résultant du parallélogramme du pantographe.

Placé sur le côté du métier, l'ouvrier brodeur promène sur le dessin qu'il a devant lui la pointe, origine du mouvement semblable du pantographe, de manière que chaque point du tissu à broder fait un mouvement géométriquement semblable à celui de la pointe guidée par les doigts du brodeur. Or, celui-ci ayant devant lui le dessin tracé sur une échelle sextuple (c'est la proportion adoptée généralement), sur une feuille de carton, il pointe ce dessin comme la brodeuse piquerait le dessin imprimé sur l'étoffe. Il passe d'un point à un autre, et il résulte de la transmission du mouvement du pantographe que le tissu se présente devant les aiguilles invariables, de manière que celles-ci le percent et passent le fil aux points successifs qui déterminent la broderie.

L'ouvrier est assis devant son dessin ; de la main gauche, il tient la pointe du pantographe dont il pique le dessin ; de la main droite, il imprime aux chariots porte-aiguilles les mouvements de va-et-vient successifs, et, par la pression des pieds posés sur deux pédales, il ren-

verse le mouvement réciproque des deux chariots. A mesure que le travail avance, que la broderie s'effectue, les fils s'épuisent et chacune des aiguilles faisant le même point, les fils, tout en diminuant de longueur, restent parfaitement égaux entre eux. Le moment arrive enfin où le fil est épuisé; alors l'ouvrier arrête le métier. L'ouvrière enfileuse, qui est son aide indispensable, a préparé 200 nouvelles aiguilles qu'elle a garnies toutes d'un même bout de fil. Elle enlève rapidement les aiguilles épuisées et les remplace, dans chaque pince, par une aiguille garnie; cette opération accessoire se fait en quelques minutes.

L'industrie de la broderie est des plus répandues dans la Suisse: le nombre des métiers qui fonctionnaient en 1867 ne dépassait pas 700; en 1872, époque où on les recense officiellement pour la première fois, on en compte 6 384; en 1876, le nombre en atteignait presque 10 000; en 1880, il était exactement de 13 573; enfin, en 1885, dernière année relevée, il est de 21 377. Il est vrai que dans ce dernier chiffre, la statistique comprend les métiers qui existent dans le Vorarlberg et la Bavière, ce qui en réalité ramène à 20 000 le nombre des machines en mouvement en Suisse; mais il faut dire qu'en réalité les métiers en activité dans le Vorarlberg, la Bavière et le Wurtemberg fonctionnent exclusivement pour le compte des industriels suisses qui leur envoient en admission temporaire les fils nécessaires, grâce à une entente avec l'Autriche et l'Allemagne.

Les métiers qu'exposaient MM. Wiesendanger et Cie et MM. Beninger frères ne se distinguent des métiers classiques que par la présence d'un régulateur qui permet de régler à volonté la tension du tissu à broder; ils sont munis de tous les appareils connus à poinçonner, à percer, à festonner, etc., qui les rendent très complets. Dans le métier exposé par M. O. Tritscheller, l'appareil à percer est à double charnière, ce qui est une particularité sur les autres.

L'exposition la plus remarquable de la broderie mécanique était celle de MM. Saurer et fils, qui comprenait six machines de cette industrie, dont deux métiers automatiques à broder et quatre accessoires. L'une des machines à broder est à rapport fixe, travaillant à deux étages sur une largeur de 4^m 30, produisant à chaque étage des pièces de 40 mètres et brochant des motifs détachés, jusqu'à 40 points, sur n'importe quel tissu; l'autre est à rapport fixe ou mobile, à deux étages de 4^m 30, donnant par étage des pièces de 80 à 100 mètres, avec rapport variable suivant le besoin, soit de $\frac{1}{4}$ à $\frac{12}{4}$, et brochant des dessins rayés avec variations de couleurs, sans changement de machines. Dans ces deux métiers, le mouvement du cadre se fait automatiquement par deux plaques, dont l'une gouverne le mouvement horizontal et l'autre le mouvement vertical. La périphérie de ces plaques se rapporte à la forme voulue du dessin; de plus, le tissu à broder se présente à l'aiguille tout en se déroulant automatiquement, tandis que le tissu brodé s'enroule de lui-même sur un cylindre qui se trouve fixé en haut du métier; ce mouvement n'existe dans aucune autre machine.

Les accessoires exposés étaient: un appareil destiné à donner à l'étoffe la tension demandée; un appareil à couper les fils entre les motifs détachés, à l'aide d'une paire de ciseaux à deux tranchants spécialement montée sur une règle et marchant à coulisses; une petite machine pour préparer les bobines à navettes; et enfin une machine automatique à enfiler les aiguilles des métiers à broder. Comme nous l'avons dit plus haut, les aiguilles sont partout enfilées par des ouvrières, ce qui demande une grande attention et fait perdre énormément de temps; mais dans la machine imaginée par M. Saurer, les aiguilles sont placées dans le « magasin », d'où elles sortent automatiquement une à une, et le fil, qui se dévide d'une bobine sans fin, vient rencontrer l'aiguille, est noué, coupé à la longueur voulue, façonné en pelote et enfin posé sur un plateau spécial. Cet appareil, qui marche à raison de 50 tours à la minute, donne un total de 30 000 aiguilles enfilées par jour, c'est-à-dire équivalent au travail de six ouvrières.

Métiers à fabriquer les tapis. — M. Duquesne exposait un métier pour la fabrication du tapis dit parisien. Dans le but d'éviter l'arrachage des « pompons » qui forment la surface veloutée de la moquette et amènent à en faire voir la corde trop rapidement, il a appliqué à sa fabrication le mode d'entrelacement de la gaze, de manière à envelopper le « fond » par la « chaîne de poil ». Ce fond se compose de deux chaînes en lin ou en coton, dont l'une comporte les fils fixes de l'armure gaze et l'autre les fils de tour; les entrelacements de ceux-ci, alternatifs, soit à droite, soit à gauche des premiers, sont fixés par une « trame de liage » de même nature; une chaîne poil en laine, dont les fils évoluent comme les fils de tour du fond, mais en sens inverse, constitue la surface veloutée.

MM. Sallandrouze frères exposaient un métier destiné à fabriquer les tapis imitation de point d'Orient, qui comprend plusieurs organes mécaniques entièrement nouveaux. Chaque brin de laine formant velours enlace trois fils de chaîne juxtaposés, en passant au-dessous de deux de ces fils et au-dessus du troisième, disposé au milieu des deux autres dans un plan supérieur. A côté de ce groupe de trois fils de chaîne est placé un autre groupe de quatre fils de chaîne s'entrecroisant entre eux, soit au total sept fils de chaîne pour chaque point de laine dans le sens de la largeur du tissu. Ces sept fils de chaîne forment au-dessous du velours une toile ou canevas, au moyen de trois trames passées successivement dans un ordre particulier, durant les opérations de la formation du point en hauteur, c'est-à-dire dans le sens de la longueur du tissu. Le point de laine présente l'aspect de la figure 1 ci-après.

Dans ce genre de tapis, le dessin est obtenu par l'ourdissage sur des rouleaux mobiles, rattachés à des chaînes sans fin, de fils de laine de couleurs différentes ou semblables. Ces rouleaux viennent, l'un après l'autre, fournir une rangée de points qui forment le dessin en vertu des combinaisons qui ont présidé à l'enroulement. Pour effectuer le tissage, les sept fils de chaîne qui correspondent à chaque point de

velours étant divisés en deux groupes, passent dans un peigne-battant spécial présentant deux séries de divisions correspondant chacune à une série de groupes de fils de chaîne. Ce peigne-battant est à dents coudées, de manière à permettre l'introduction entre les fils de chaîne des bouts ou brins de laine formant velours, par le fait qu'une partie de ces fils est obliquée, au moment de leur ascension, par la foule qui

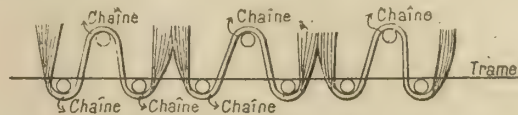


Fig. 1. — Point de laine obtenu avec le métier de MM. Sallandrouze.

les fait suivre le contour des dents coudées. Cette introduction des brins de laine a lieu au moyen de tubes dans lesquels passent ces brins, et qui sont fixés à un cadre solidaire de chaque rouleau. Les rouleaux avec leurs cadres sont détachés des chaînes sans fin par des bras qui les saisissent à leurs extrémités, les amènent au-dessous des fils de chaîne et font osciller le cadre-support des tubes de manière à faire pénétrer ces derniers entre les fils de chaîne de chaque groupe spécial de trois fils entr'ouverts, comme nous venons de le dire, par le déplacement latéral d'une partie de ceux-ci. Les bouts de laine sortant des tubes, ayant dépassé les deux fils de chaîne, une règle vient appuyer sur l'ensemble des brins de la rangée, au niveau des fils de chaîne, et les tubes se retirent un peu, laissant les brins de laine ainsi engagés entre les fils de chaîne; l'extrémité de ces brins se trouve à ce moment logée dans des casiers métalliques correspondant exactement aux tubes plongeurs. L'ensemble de ces casiers se déplace latéralement au-dessous des couples de deux fils levés; ensuite les organes releveurs les font remonter à la surface du velours, à travers ces fils de chaîne, en produisant l'enlacement des fils n° 0 et n° 1 du groupe spécial. Les organes releveurs, après avoir agi de la sorte, reprennent subitement leur position primitive, en arrière et en dessous de l'endroit où ils ont opéré. Les couples de fils de chaîne précédemment levés descendent, le deuxième fil du groupe spécial lève, ainsi que deux fils du groupe de quatre, et on passe une trame dans l'ouverture ainsi produite. Le peigne-battant frappe alors la duitte qui vient d'être passée, sans être gêné par les casiers et les releveurs qui se sont retirés en arrière et au-dessous du tissu. A ce moment, les brins de laine sont coupés au-dessous des tubes, à la hauteur que l'on veut donner au velours. Deux autres duittes sont passées, en outre, l'une au-dessous du groupe des trois fils enlacés par les brins de laine et au-dessus de l'un des fils de l'autre groupe, l'autre au-dessus dudit groupe enlacé, formant ainsi des entrecroisements de boîte.

Métiers à fabriquer les filets de pêche. — Il existe deux systèmes bien tranchés de métiers pour la fabrication mécanique des filets de pêche: ceux qui fonctionnent avec deux fils (système français), et ceux qui fonctionnent avec un seul fil (système anglais). Les premiers ont été inventés en 1806, par un pauvre paysan de Bourghéroulde (Eure); ils ont été perfectionnés par l'habile ingénieur Pecqueur en 1849. Pecqueur obtint une récompense à l'Exposition nationale de cette époque; on voit distinctement, dans la machine qu'il a alors exposée l'idée du laçage des filets au moyen de deux séries de fils, dont les uns, ceux de la série horizontale ou trame, vont se nouer alternativement à droite et à gauche avec leurs voisins de la série verticale ou chaîne.

Les seconds ont été inventés en Angleterre en 1835 par James Paterson: leur caractère distinctif est qu'ils fonctionnent à un fil au moyen de pédales et autres engins que l'ouvrier fait fonctionner avec les pieds et les mains.

Le nœud, dans les deux systèmes, est identique, mais sa position par rapport à la longueur du filet change: avec le réseau fabriqué sur le métier français, les bords ou lisières sont constitués par des mailles fermées, tandis que les extrémités des fils de chaîne présentent des entrelacements ouverts; le même filet déplacé à angle droit figure exactement le produit du métier anglais, où les mailles sont fermées dans le sens longitudinal et ouvertes latéralement.

Deux constructeurs exposaient des métiers à fabriquer le filet basés sur le premier système: M. Zang, et la Compagnie de Fives-Lille, cette dernière pour le métier Galand. Nous renvoyons le lecteur à la description qui a été faite dans le *Génie Civil* (1) de ce dernier métier. Quant au premier, ce n'est autre que le type Jouanin, connu depuis longtemps, muni de quelques appareils spéciaux, comme par exemple un compteur indiquant le nombre des rangées au fur et à mesure qu'elles se font. Dans cette machine, la largeur maximum des filets exprimée en nombre de mailles est égale au nombre des navettes dont un métier est composé; mais on peut y faire des nappes de filet d'un nombre de mailles moindre que le nombre des navettes, en ne garnissant de fil qu'une série de navettes contiguës, 260 par exemple sur 300; les 40 autres formeraient une lacune, qui pourrait être utilisée pour produire plusieurs bandes égales ou inégales et toutes pourvues de lisières.

(A suivre.)

ALFRED RENOARD,
Ingénieur-expert.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIII, n° 46, p. 244.

LES FREINS CONTINUS
à l'Exposition universelle de 1889.

Groupe VI. — Classe G1

(Suite 1.)

Freins à action rapide. — Les appareils de freins que nous allons examiner sont des freins à air comprimé automatiques, et ont été créés en vue des trains composés d'un grand nombre de véhicules, tels que les trains de marchandises et ceux servant au transport des troupes. On a cherché, dans ces cas particuliers, à augmenter considérablement la rapidité de propagation du serrage et du desserrage, pour éviter les chocs violents qui se produisent, au grand détriment du matériel, lorsque les véhicules de tête sont serrés ou desserrés ne fût-ce que quelques secondes avant ceux de queue.

Ce problème a été résolu d'une façon tout à fait différente par quatre types d'appareils qui ne sont, en somme, que des modifications plus ou moins complexes des appareils *Westinghouse*, *Soulerin*, *Wenger* et *Boyd*, dont nous avons déjà parlé. La rapidité de propagation du serrage est telle, que le cinquantième véhicule se trouve freiné deux secondes seulement après le premier, ce qui correspond à une vitesse de 0'04 par véhicule.

Nous verrons cependant que dans certains cas cette rapidité de propagation dans le serrage est obtenue aux dépens de celle du desserrage.

APPAREIL WESTINGHOUSE. — La nouvelle triple valve *Westinghouse* (fig. 1) se compose de l'ancienne triple valve placée horizontalement

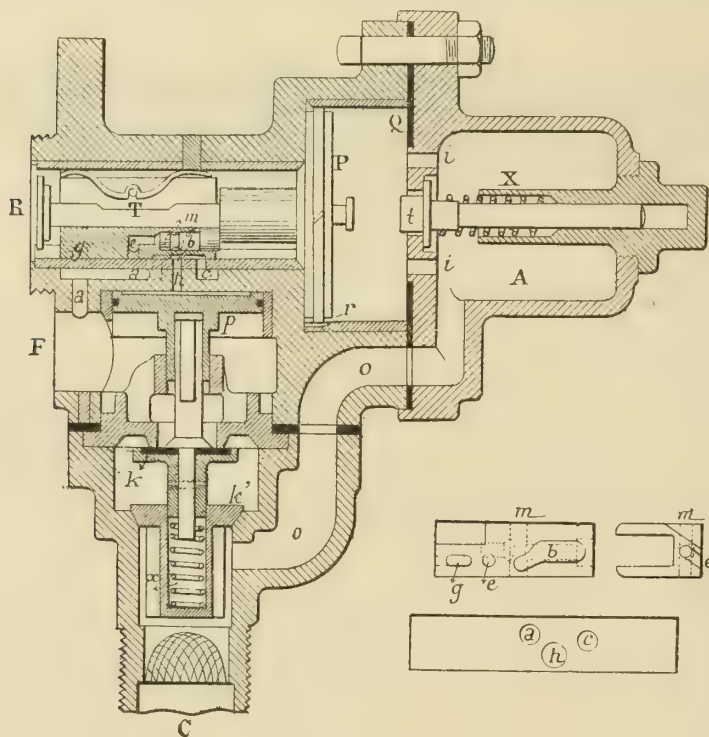


FIG. 1. — Détails de la triple valve Westinghouse.

et légèrement modifiée, à laquelle on a juxtaposé un deuxième appareil valvulaire placé verticalement.

Le premier appareil comporte le piston P et le tiroir T de l'ancienne triple valve, ce dernier un peu modifié.

La glace du tiroir porte trois ouvertures *a*, *h* et *c*; *a* communique avec le cylindre à freins; *h*, avec le dessus du piston *p* de la deuxième valve; et *c*, avec l'extérieur.

Le tiroir porte trois conduits : *g*, qui communique avec le réservoir auxiliaire; *e*, qui communique également avec ce réservoir tant que

Le deuxième appareil valvulaire se compose d'un piston *p* et d'un clapet *k*; un deuxième clapet *k* est monté sur une tige pouvant glisser dans les deux tiges creuses qui portent *p* et *k*. Un ressort *x* maintient appliqués contre leurs sièges les deux clapets *k* et *k'*.

Enfin, C communique avec la conduite générale; R, avec le réservoir auxiliaire, et F avec le cylindre à freins.

Fonctionnement. — Pendant la marche du train, l'air comprimé arrivant par la conduite générale C, se rend par *o*, *o*, A, *i*, *i* à droite du piston P, le repousse vers la gauche, et pénètre dans le réservoir auxiliaire par les rainures *rr* comme dans le frein ordinaire. Dans cette position du tiroir, le cylindre à freins F communique avec l'extérieur par *a*, *b*, *c*; les deux faces du piston *p* sont soumises à la pression atmosphérique, et le clapet *k* est appliqué contre son siège.

Pour le serrage, il y a deux cas à considérer :

Si on opère un serrage ordinaire, on perd seulement une faible partie de l'air de la conduite générale. Le piston P ne fait alors que la moitié de sa course, étant maintenu par le ressort X, dont la tension est supérieure à la résultante des pressions qui a mis P en mouvement; l'air du réservoir auxiliaire passe donc dans le cylindre à freins par le chemin *ea*, absolument comme dans la triple valve ordinaire.

Le desserrage, dans ce cas, s'effectue également de la même manière.

Si, au contraire, on veut opérer un serrage rapide, on produit brusquement une assez forte dépression dans la conduite générale. Le piston P peut alors vaincre la résistance du ressort X, et vient s'appliquer sur le cuir Q.

Dans la position correspondante du tiroir, *g* communique avec *a* et l'air du réservoir auxiliaire passe dans le cylindre à freins.

Mais, en même temps, *e* communique avec *h*, ce qui amène la pression du réservoir auxiliaire au-dessus de *p*. Ce piston descendant, le clapet *k* se trouve ouvert, et immédiatement, l'air comprimé qui reste dans la conduite générale se précipite dans le cylindre à freins par *k'kF*.

Ce passage s'effectue jusqu'au moment où la pression dans le cylindre à freins devient égale à celle restée dans la conduite générale, moment à partir duquel le ressort *x* ferme le clapet *k* et empêche l'air du cylindre de faire retour dans la conduite.

Il s'ensuit donc que l'action sur le piston moteur du cylindre à freins sera beaucoup plus rapide et plus énergique, puisqu'on utilise en même temps que l'air du réservoir auxiliaire, une partie de l'air de la conduite générale.

Mais, en outre, la dépression brusque produite dans la portion de conduite générale voisine par le passage direct de l'air qu'elle contenait dans le cylindre à freins, actionne immédiatement la triple valve suivante; ce qui permet d'atteindre, de proche en proche, une rapidité considérable dans la mise en marche successive des appareils.

Pour effectuer le desserrage, on réintroduit l'air dans la conduite générale, ce qui remplace tous les organes dans la position de marche; la face supérieure de *p* communique avec l'extérieur, et la pression de l'air du cylindre à freins le fait remonter, en même temps que le ressort *x* applique le clapet *k* contre son siège, et empêche ainsi tout retour d'air de la conduite générale vers le cylindre à freins. Ensuite, le piston P achevant sa course, le tiroir fait communiquer le cylindre à freins avec l'extérieur, et le desserrage a lieu.

Mais, par la raison même qu'on a utilisé la plus grande partie de l'air de la conduite générale pour activer le serrage, la pression ne s'y rétablit qu'assez lentement, et le jeu du tiroir qui met en communication les cylindres à freins avec l'extérieur pour produire le desserrage, ne s'effectue qu'après 12 à 15 secondes, et plus, et avec une certaine irrégularité.

Le ressort X, dont il a été fait mention plus haut, donne à l'appareil une certaine modérabilité lors du serrage rapide, en refoulant le piston P dès que sa tension devient supérieure à la résultante des pressions qui s'exercent sur ce piston; mais son rôle le plus efficace est évidemment de diviser l'action du frein en deux parties distinctes correspondant au serrage ordinaire et au serrage rapide.

Dans la nouvelle disposition adoptée, le cylindre à freins E, le réservoir auxiliaire R et la triple valve rapide V, au lieu d'être séparés, forment un ensemble complet (fig. 2) qu'on n'a qu'à fixer sous le

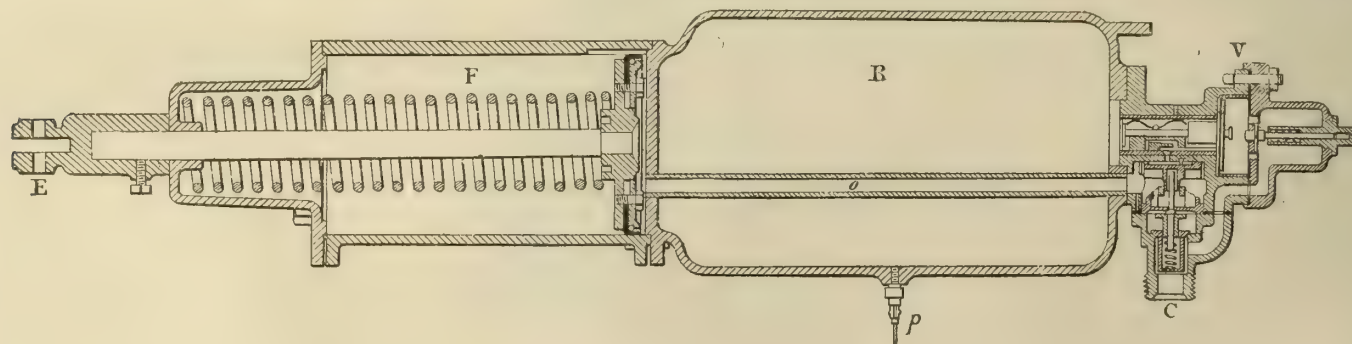


FIG. 2. — Triple valve Westinghouse.

le piston *q* n'est pas fermé; enfin *b*, qui peut faire communiquer ou non *c* avec *h* ou avec *a*.

Le piston P, lorsqu'il est amené à droite de sa course, vient buter contre une tige *t* maintenue par un ressort X.

véhicule, le seul joint qui reste à faire étant celui de la conduite générale C à la triple valve. O est un tube de communication de la triple valve au cylindre à freins.

Les premiers essais de ce frein à action rapide ont été faits en Amérique, à Burlington, sur un train composé de 50 voitures, et ont donné lieu à de nombreuses et intéressantes expériences.

(4) Voir le *Génie Civil* tome XVI, n° 8, p. 216, et n° 9, p. 230.

II. APPAREIL SOULERIN. — Le distributeur rapide Soulerin (fig. 3 et 4), se compose de trois systèmes mobiles de pistons et clapets : le système m, n, a ; le système p, q, q', f, P, k, k' ; et le système b, c, d, d', k' .

Les pistons p, q, q', f sont montés sur une même tige qui glisse dans une deuxième tige creuse portant le piston P et le clapet k .

Le distributeur est monté directement sur la conduite générale qui aboutit en C C, de manière à supprimer autant que possible les coudes et les branchements; R communique avec le réservoir auxiliaire, et F avec le cylindre à freins. Ce dernier communique constamment avec l'espace compris entre b et d' par le conduit $\alpha\alpha$.

Les conduits r et r' sont en relation avec le réservoir auxiliaire, et les conduits g et g' avec le cylindre à freins.

E est l'échappement à l'extérieur.

Fonctionnement général. — Pendant la marche du train, l'air comprimé de la conduite générale se rend au réservoir auxiliaire en pas-

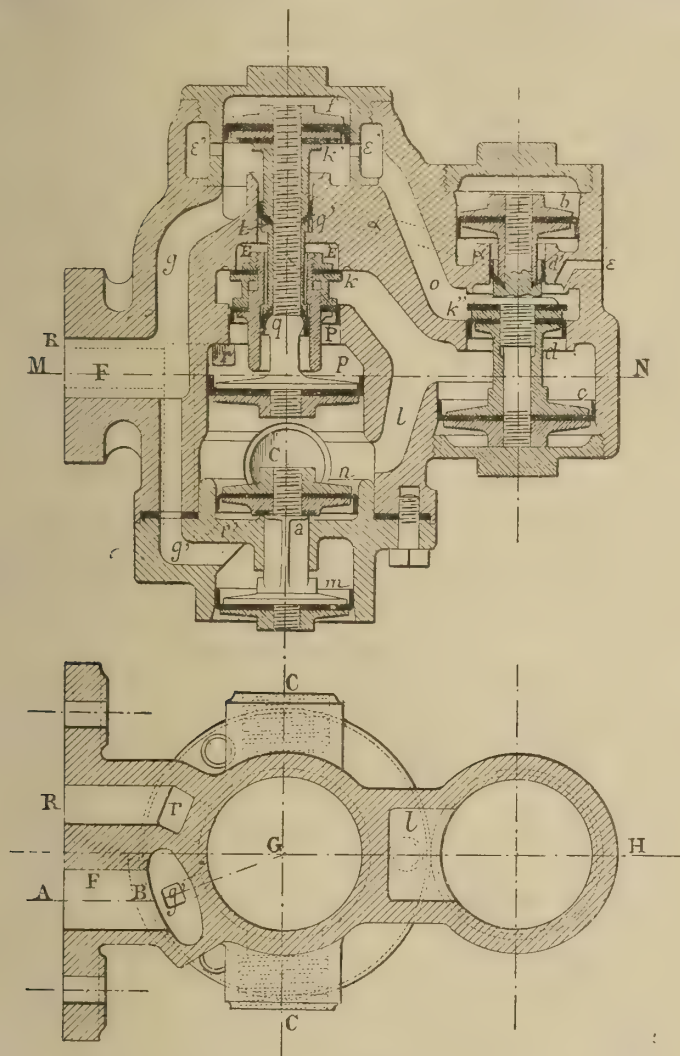


Fig. 3 et 4. — Appareil Soulerin.

sant autour des garnitures des pistons p et n , et par les conduits r et r' . Pendant ce temps, le système p, q, q', f est maintenu au haut de sa course ainsi que Pk . Au contraire, le système b, c, d, d' est maintenu au bas de sa course ainsi que le système m, n, a .

Donc, d'une part, la conduite générale est isolée de l'extérieur, et d'autre part, le cylindre à freins communique avec l'extérieur par g, g', o, ϵ .

Serrage. — Il y a deux cas à considérer : le serrage gradué et le serrage rapide.

Dans le cas du serrage gradué, il faut produire la dépression dans la conduite générale de telle façon que la résultante des forces qui agit de haut en bas sur le système p, q, q', f soit inférieure à celle qui agit de bas en haut sur Pk . Or, ceci a lieu si on règle l'échappement par le robinet de manœuvre de façon que le système m, n, a ait été soulevé, et ait permis l'admission d'une certaine quantité d'air dans le cylindre à freins. Cette contre-pression s'exerçant sous le clapet f qui a déjà bouché les orifices ϵ, ϵ' empêche le système p, q, q', f d'entraîner avec lui Pk .

Dans ces conditions, le clapet k ferme l'échappement E, le système m, n, a est soulevé, et l'air du réservoir auxiliaire se rend par a, g' dans le cylindre à freins.

Le système m, n, a jouant exactement le même rôle que dans le distributeur ordinaire, le serrage pourra donc être gradué comme avec ce dernier.

Dans le cas du serrage rapide, on produit une brusque dépression dans la conduite générale, de façon à empêcher le système m, n, a de se soulever et de livrer passage à une quantité d'air appréciable qui produirait une contre-pression sous f , avant que le système p, q, q', f ne soit descendu au bas de sa course et n'ait entraîné Pk à l'aide du buttoir t .

Dans ces conditions, l'air de la portion de conduite générale correspondante s'échappe à l'extérieur par E, ce qui, en produisant une dépression très rapide, actionne immédiatement le distributeur suivant, et ainsi de suite.

Le clapet k a été mis uniquement pour empêcher l'air de la conduite générale de passer autour de q' pour se rendre au cylindre à freins.

Desserrage. — On doit considérer deux hypothèses :

1° Desserrage correspondant à un serrage gradué. — Dès qu'on réintroduit l'air dans la conduite générale, le système p, q, q', f est soulevé, et l'air du cylindre à freins s'échappe à l'extérieur par g, g', o, ϵ , le système b, c, d, d' , ayant été maintenu au bas de sa course par la pression restée dans la conduite générale qui a contre-balancé celle du cylindre à freins s'exerçant sous b .

2° Desserrage correspondant à un serrage rapide. — Dès qu'on réintroduit une certaine pression dans la conduite générale, le système p, q, q', f étant soulevé, découvre les orifices ϵ, ϵ' . Le système b, c, d, d' a été maintenu soulevé par suite de la perte totale de pression dans la conduite générale. Donc, l'air du cylindre à freins suit le chemin ϵ, o , et se rend, en passant autour de d , dans la conduite générale au remplissage de laquelle il contribue, jusqu'à ce que le système b, c, d, d' ait été ramené au bas de sa course par suite de l'augmentation de pression dans la conduite générale. A partir de ce moment, l'échappement de l'air restant dans le cylindre à freins se fait directement à l'extérieur par ϵ, o, ϵ .

On voit donc que l'air des cylindres à freins en se rendant en partie dans la conduite générale, active beaucoup le remplissage de celle-ci, et par conséquent le desserrage, qui devient presque aussi rapide que le serrage.

En résumé, dans les deux systèmes Westinghouse et Soulerin, l'air qui, dans les cas précédents, s'échappait à l'extérieur, est employé à produire un certain travail : dans le système Westinghouse, il produit ce travail au serrage; dans le système Soulerin, il le produit au desserrage. Il résulte de la comparaison des deux systèmes que le serrage doit être aussi, sinon plus rapide, avec les appareils Soulerin, puisque l'air au lieu de produire un certain travail dans les cylindres à freins s'échappe directement à l'extérieur, et active ainsi la mise en marche successive des distributeurs; et que le desserrage doit se faire avec une rapidité beaucoup plus grande, puisque la conduite générale, au lieu de se recharger simplement d'une extrémité à l'autre, se charge partie par partie avec l'air provenant des cylindres à freins.

GEORGES LESOURD,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

LES RICHESSES MINÉRALES

du Brésil, de la République Argentine et du Chili à l'Exposition de 1889.

I. — BRÉSIL.

L'exposition minière du Brésil occupait dans le pavillon brésilien tout le centre de la grande salle du rez-de-chaussée. La seule province de Minas Geraes en fait presque tous les frais. C'est grâce à un Français, M. Henri Gorceix, directeur de l'Ecole des mines d'Ouro Preto, que l'exposition de cette province a présenté un tel développement. C'est un Français aussi, M. Paul Rousseau, délégué de Minas, qui avait été chargé de l'organisation de cette partie de l'Exposition : secondé par la richesse et la variété des produits, il avait réussi à former un ensemble attrayant même pour les profanes, tout en ne sacrifiant aucunement la partie scientifique. Tous les minéraux, classés méthodiquement, étaient accompagnés de notices indiquant leur lieu d'origine, leur nature et leur composition chimique.

L'importante exposition de l'Ecole des mines d'Ouro Preto comprenait les divers minerais d'or, quartz aurifères, minerais où prédominent les sulfures, itabirites aurifères, conglomérats, schistes et argiles aurifères; les argiles diamantifères, les schistes micacés décomposés, les graviers et conglomérats diamantifères. A côté de ces minerais était exposée la série des minéraux qui composent ces sables diamantifères; ils ont été triés et étudiés par M. H. Gorceix, qui en a trouvé 30 espèces, parmi lesquelles les rutiles, le fer titané, les topazes roulées, les tourmalines, les grenats, l'or, le platine, etc.

Dans la même vitrine, on remarquait aussi des échantillons d'or natif, entre autres un cristal d'or très régulier qui montre bien le système de cristallisation du minéral. A côté étaient des échantillons de diamants blancs et colorés, de diamants noirs, de pierres précieuses colorées, parmi lesquelles une fort belle collection de topazes appartenant à M. P. Rousseau.

On y voyait enfin un spécimen des boîtes d'études qui sont distribuées aux élèves de l'Ecole des Mines d'Ouro Preto. La boîte est divisée en compartiments, dans l'un desquels est disposée une couche de sable mélangée de diamants, représentant le fond d'une rivière; dans les autres sont classés les différents minéraux composant ce sable. De chaque côté sont des réductions des outils employés dans les mines.

En dehors de cette vitrine, des blocs superposés de minéraux disposés dans les angles de la pièce, nous présentaient des galènes argentifères, des minerais de manganèse et des minerais de fer d'une grande richesse, jusqu'à 99,80 % de sesquioxyde de fer. Un de ces minerais, conglomérat appelé vulgairement canga, qui forme autour des itabirites des couches horizontales superficielles ayant plusieurs mètres d'épaisseur et plusieurs lieues carrées d'étendue, est employé pour le pavage des rues et la construction des murs de clôture. Un

bloc, pris dans les rues de la ville d'Ouro Preto et exposé par l'Ecole des Mines, a donné à l'analyse 79 % d'oxyde de fer.

Comme on a pu le voir par ce rapide exposé, la production minière du Brésil est extrêmement variée : l'or, le fer, le cuivre, le manganèse, le plomb argentifère, les pierres précieuses colorées, le mica, les pierres ollaires, les marbres, l'amiante, les combustibles minéraux, le graphite et le salpêtre s'y rencontrent dans des gisements exploités ou tout au moins exploitables. Seuls l'or, le diamant, les pierres colorées, l'agate et le mica donnent lieu à un commerce d'exportation.

Avant de jeter un coup d'œil sur les diverses exploitations, rappelons en quelques lignes, d'après M. H. Gorceix, l'orographie et la géologie du Brésil.

Le vaste plateau qui constitue la plus grande partie du Brésil est séparé de la côte par une longue chaîne de montagnes qui en forme le talus, et qui s'écarte de la côte plus ou moins, au nord et au sud. Sur cette côte, depuis le cap San Roque jusqu'à la province de Rio Grande-do-Sul, domine une puissante formation de roches sans fossiles appartenant aux plus anciens terrains géologiques. Cette formation, qui pénètre longuement dans l'intérieur, comprend dans sa partie inférieure, des gneiss, micaschistes, amphibolitoschistes, qui correspondraient au laurentien des géologues américains, et dans sa partie supérieure, des roches métamorphiques, schistes et quartz micacés, schistes chloriteux, argileux et itabirites qui correspondraient au huronien des mêmes géologues. On y rencontre en outre fréquemment des couches de calcaire cristallin fournissant ou de la pierre à chaux excellente, ou des marbres blancs ou colorés et de nombreux dykes de roches éruptives, diabase, porphyrites, etc.

Les terrains paléozoïques fossilifères forment une série de bassins dont l'étude est à peine commencée. Leur découverte est surtout due aux travaux de Hart, Derby et des membres de l'expédition scientifique d'Agassiz.

Les terrains silurien, dévonien et carbonifère sont représentés aussi au Brésil. Le carbonifère marin a fourni de nombreux fossiles dans les provinces de l'Amazone, de Para et de Parana; c'est à cette formation géologique qu'appartiennent les dépôts de combustible découverts à San Paulo, à Santa Catharina et Rio Grande-do-Sul.

Les terrains secondaires sont connus dans les provinces du Nord où les dépôts crétacés sont souvent très fossilifères.

Les dépôts tertiaires forment une longue bande de terrain au centre de la vallée de l'Amazone; on les retrouve formant des plateaux le long de la côte et de petits bassins lacustres dans l'intérieur du pays. Ces terrains contiennent des couches de lignite.

Enfin, les formations quaternaires sont représentées par de nombreux bassins de peu d'étendue généralement, auxquels appartiennent les placers diamantifères, et par les dépôts des grottes calcaires, qui ont fourni des fossiles de mammifères disparus et des terres salpêtrières.

Ce sont ces terrains qui fournissent les couches de conglomérats ferrugineux, appelés cangas dans le pays, qui, dans la province de Minas-Geraes entre autres, couvrent comme d'un manteau le haut des vallées et le flanc des montagnes. Ces minerais sont formés aux dépens des itabirites par la disparition du quartz.

Presque tous les gisements d'or et de fer du Brésil appartiennent à la plus ancienne de ces formations, et principalement à la partie supérieure; c'est aussi là que se trouve le gîte primitif du diamant, bien que son exploitation ait lieu dans les formations plus récentes. Presque toutes les provinces du Brésil ont eu des mines d'or, dont beaucoup sont encore en activité; la province de Minas-Geraes occupe certainement le premier rang, malgré la décadence relative de l'industrie extractive.

Tous ces gisements se groupent autour des trois grandes chaînes méridiennes qui forment l'ossature du Brésil. Ce groupement est surtout marqué dans la chaîne d'Espinhaço, où, sur un espace de 1200 kilomètres, ils occupent, de Barbacena à Jacobina, une étroite bande de terrain. Leur altitude varie de 700 à 1200 mètres.

Ces mines d'or appartiennent à deux grands groupes : gisements d'alluvions et filons.

Ce sont les gisements d'alluvions qui ont attiré les premiers les chercheurs d'or et qui, pendant plus d'un siècle, ont fourni tout l'or exporté.

La richesse et l'étendue de ces dépôts sont très variables.

A Matto-Grosso, dans le bassin du Rio-Cabaçal, il existe un dépôt encore vierge qui couvre une superficie de 50 kilomètres sur une épaisseur de 1^m 03 en moyenne, et donnant 23^{gr} 2 d'or par tonne. A San-Paulo, il existe des gisements de cette nature donnant 2^{gr} 36 d'or par mètre cube dans certains points. Dans la province de Minas-Geraes, la richesse varie de 1 à 10 grammes par mètre cube. Enfin, dans la province de Bahia, certains placers fournissent jusqu'à 21 grammes par mètre cube.

En général, l'or d'alluvion est en grains fins, souvent en poudre. Les pépites volumineuses sont très rares.

Les autres gisements d'or ne sont exploités d'une façon suivie que dans les provinces de Minas-Geraes, Rio-Grande-do-Sul et Bahia. Ils sont de trois sortes : les filons de quartz, très nombreux à Minas-Geraes. L'or y est visible à l'œil nu et facile à séparer par un simple broyage et un lavage dans la bâte. L'or y est irrégulièrement disséminé, il y forme quelquefois de véritables nids, dont un entre autres, encore exploité dans la ville d'Ouro-Preto, a fourni plus de 1 kilogr. d'or par mètre cube. Les filons aurifères pyriteux sont les plus importants, leur puissance peut atteindre jusqu'à 10 mètres. Leur teneur en or est en général peu élevée. La moyenne de la mine de Marro-Velho, par exemple, pour une période de vingt années, est de 18 grammes par tonne. Toutefois, cette teneur peut augmenter beaucoup,

comme dans les pyrites arsenicales exposées par la Compagnie The Ouro-Preto, qui titrent près de 200 grammes à la tonne.

Les itabirites aurifères forment un gisement particulier au Brésil. L'or y est généralement disséminé irrégulièrement; mais il forme souvent de véritables lig-es de plusieurs centimètres de grosseur. Leur richesse est alors extraordinaire. Quelques-uns fournissent 81 kilogr. par tonne. L'or y est en général en écailles ou en pépites, et la roche étant très friable, la séparation est facile et peu coûteuse.

Le diamant est presque exclusivement exploité dans les dépôts d'alluvions quaternaires. Comme pour l'or, c'est la province de Minas-Geraes qui est la plus riche. Le plus important de tous les gisements, celui de Diamantina, comprend une bande de terrain de 200 kilomètres de longueur sur quelques lieues de large.

En général, les diamants sont bien cristallisés et incolores. Les pierres colorées sont rares et de belle eau. Les diamants noirs sont beaucoup plus rares.

En 1887, la province de Minas Geraes seule a produit 5 673 grammes de diamants. Nous n'avons pas de données sur la production des autres provinces.

La richesse du Brésil en minerais de fer est telle, qu'ils sont employés aux usages les plus vulgaires. Presque toutes les provinces contiennent des gisements exploitables, mais c'est encore Minas Geraes qui tient le premier rang. Les minerais donnent de 60 à 69,666 % de fer.

Les minerais de manganèse n'ont pas été étudiés spécialement; ils sont en général intimement mélangés aux minerais de fer et sont un des éléments constituant des itabirites. Leur titre commercial dépasse souvent 80.

Les minerais de cuivre sont en général inexploités; cependant, dans la province de Ceara, un gisement important constituant un filon de 0^m 50 de puissance, vient d'être concédé. Il est formé de cuivre natif et de cuprites rendant 40 % de cuivre.

Les gisements de plomb bien connus sont peu nombreux, ils donnent jusqu'à 50 et 60 % de plomb contenant environ 500 grammes d'argent par 100 kilogr. de plomb d'œuvre.

Le bismuth et l'antimoine ne présentent pas de gisements proprement dits, mais leurs minerais sont fréquents dans les gisements aurifères de Minas Geraes. Dans la mine d'or de Passagen, le bismuth est assez abondant pour donner une production de 50 à 60 kilogr. par an.

Les gisements de combustibles sont loin d'être en rapport avec les richesses considérables du Brésil en minerais de fer. La province de Rio Grande do Sul est la mieux dotée sous ce rapport.

II. — RÉPUBLIQUE ARGENTINE

Grâce aux dernières Sociétés d'exploitation qui se sont constituées, l'exportation des produits de mines de la République Argentine est en progrès notable. C'est ainsi qu'elle n'était en 1887 que de 186 356 piastres, tandis qu'en 1888 elle est montée à 1 333 951 piastres, et que dans le premier trimestre de 1889 elle atteint le chiffre de 1 002 270 piastres.

L'exposition minière de la République Argentine comprenait un très grand nombre d'échantillons de minéraux provenant de toutes les parties de l'Etat et appartenant, pour la plupart, à quatre collections principales : la collection de la Commission Centrale de Buenos-Ayres, comprenant 900 échantillons de minerais; celle de M. Hoskold, directeur du Département national des Mines et de Géologie, qui compte plus de 1300 échantillons; celle de l'Université de Cordoba, dans laquelle M. Brackebusch n'a pas réuni moins de 2000 échantillons des minéraux de toute provenance de la République Argentine; enfin celle de M. Alfredo Tello.

Les minerais qui composent cette dernière ont tous été choisis exclusivement dans des mines en exploitation et représentent leur composition moyenne. Cette condition est très importante, parce que c'est le seul moyen de donner une juste idée de la véritable richesse minière du pays, bien plutôt que par les collections où l'on n'a réuni que des échantillons exceptionnels.

Nous avons surtout remarqué dans toutes ces collections les échantillons d'or en lingots, pépites et poudre. Parmi les plus beaux échantillons, nous devons citer également les minerais d'or de la province de Juguy, qui ont donné jusqu'à 2 397 grammes d'or par tonne, et dont la moyenne générale est de 5 à 140 grammes la tonne. Parmi les autres minerais, il faut noter les galènes et les quartz argentifères, les minerais de cuivre et d'argent, les quartz, pyrites, etc., contenant à la fois du cuivre, de l'argent et de l'or; l'argent et le cuivre natif, l'argentite, les chlorures d'argent du district de Famatina, qui donnent jusqu'à 800 grammes d'argent par kilogramme de minerai; les sélénures de plomb et d'argent de Cacheuta; les pétroles de Mendoza, de Salta et de Jujuez et les marbres colorés.

Nous citerons également l'intéressante collection de fossiles de M. O. Durand Savoyat, conservateur du musée du Collège national d'Uruguay.

Comme on peut le voir par cet exposé sommaire, le règne minéral était brillamment représenté dans cette exposition; cela a été presque une révélation, car cette richesse minière d'un Etat adonné surtout à l'agriculture était presque inconnue.

La production minière est surtout abondante dans le massif central et dans la région des Andes. La connaissance des gisements est encore fort incomplète par la raison qu'ils ne sont étudiés que depuis peu d'années, toutes les forces vitales du pays s'étant portées ailleurs jusqu'ici. Un des caractères de ces gisements qui en rend l'exploitation plus fructueuse est la réunion fréquente du cuivre, de l'or et de l'argent. Chaque jour apporte de nouvelles découvertes de gisements, principalement dans les Andes et dans le massif central de Cordoba,

L'industrie minière est encore dans l'enfance, et sur la quantité considérable de mines connues, bien peu sont exploitées, et beaucoup qui ont été abandonnées, comme celle de Gualilan, par exemple, commencent seulement à être exploitées de nouveau. Dans le district minier de la Huerta, sur 600 mines connues, 400 sont abandonnées, 160 viennent d'être concédées et 40 seulement sont exploitées.

Parmi les principales mines en exploitation, celles du Cerro de Famatina, exploitées par une Compagnie française, fournissent par an 3 000 tonnes de minerai, donnant en moyenne de 2 à 3 % d'argent. D'autres mines voisines ont donné jusqu'à 8 %. Aux mines de Carolina on a découvert, en 1888, un filon de 36 pieds de large qui donne en moyenne 35^{es} 02 par tonne; la veine principale donne même le beau rendement de 250^{es} 2 d'or et 305 grammes d'argent par tonne. La province de Cordoba est, elle aussi, très riche en gisements; l'un d'eux, près de Rara Fortuna, donne 504^{es} 7 d'argent à la tonne et 50 % de plomb.

Dans la province de Catamarca, on exploite des minerais de cuivre qui donnent en moyenne 20,39 de cuivre, 0,095 d'argent et 0,002875 d'or %. Cette mine a produit en moyenne 2 000 tonnes de minerai.

Enfin, dans la province de Salta, la Compagnie Eureka a ouvert une mine d'argent où le minerai donne parfois jusqu'à 76,16 % d'argent pur.

Les gisements houillers sont exploités depuis peu. C'est dans les provinces de San-Juan et de Mendoza que les premières exploitations ont eu lieu. Les charbons extraits ont donné aux essais les meilleurs résultats.

La République Argentine possède en outre des gisements de pétrole très abondants dans la province de Jujuez. D'après le docteur Brackebusch, qui a exploré et étudié le versant oriental des Andes, il existe des rivières souterraines de kéronèse. Un lac de 88 acres d'étendue est situé dans cette province; il est recouvert d'une couche d'asphalte. 100 litres de ce pétrole donnent à l'analyse 6 litres de naphte, 34 litres de kéronèse et 50 litres d'huile dense. Des gisements de pétrole existent également dans la province de Mendoza; ils donnent en moyenne 40 % de kéronèse et 40 % d'huile pure. Comme ils sont situés à la surface du sol, leur exploitation est facile et économique.

III. — CHILI

L'exposition minière de la République du Chili était assez considérable. La plupart des roches et des minerais du pays y étaient représentés; malheureusement le classement en était incomplet et les exposants n'avaient pas cru utile d'indiquer les teneurs en métaux des divers minerais. Telle qu'elle, elle était encore fort intéressante et montrait que le Chili ne le cède pas aux autres États sud-américains sous le rapport des richesses minérales.

L'exportation du Chili a été l'année dernière de 935 747 grammes d'or en barres, et de 379 498 kilogr. de minerai d'or. Pour l'argent, la somme totale a été de 182 672 849 grammes, et enfin le Chili a fourni 31 336 023 kilogr. de cuivre en barres. Nous devons ajouter à cette énumération le charbon de terre, dont le Chili a exporté 128 386 tonnes.

Les productions minières du Chili proviennent des chaînes de la Cordillère du Chili qui embrasse un espace immense depuis le 33° ou 34° de latitude sud jusqu'au delà du tropique.

Les filons métallifères innombrables et très variés s'y montrent dans trois régions bien différentes que nous allons énumérer.

La première région ou région maritime est la moins élevée des trois, elle comprend la chaîne maritime. Elle se compose en général de roches de cristallisations, massives et granitiques ou granitoides (diorites, pegmatites, syénites), etc., renfermant quelques fragments de roches schistoides (micaschistes, schistes argileux, etc.). Le métal le plus répandu dans cette région est le cuivre, qui est l'objet d'une grande exploitation. L'or s'y trouve en quantité notable.

Le minerai de cuivre est généralement exempt d'arsenic, d'antimoine, d'argent et de plomb. Il est souvent aurifère. Dans les affleurements, les minerais sont oxydés et sulfatés, mais généralement ils sont sulfurés et la teneur en soufre augmente avec la profondeur. Dans les filons situés vers le nord, ils sont oxychlorurés et sulfochlorurés. La richesse de ces divers minerais varie entre 4 à 5 %, comme à l'Anulcillo, et 15 à 17 comme à Tamaya.

Les espèces minérales les plus répandues sont le cuivre bleu, la chalcosine, la pyrite jaune, la chalcoppyrite, l'oxydure rouge, la malachite, la brochantite, l'atacamite et l'oxyde noir mélangé de tourmaline fibreuse.

Le cinabre n'a été trouvé au Chili que dans les filons de Punitaqui.

Tous les gisements métallifères de cette région sont constitués par des filons qui ont souvent 3 ou 4 kilom. de longueur. On n'y a trouvé que deux cas où les dépôts ont la forme d'une masse ou amas irrégulier. Le plus important de ces dépôts, celui d'Andacollo, est formé par une montagne de kaolin et de roches feldspathiques plus ou moins décomposées, pénétrées par des particules ou des filets des divers minerais de cuivre cités plus haut. Le second, situé près du précédent, et appelé Churumata, se compose presque totalement de quartz et de pyrites aurifères disséminées.

Cette région fournit encore du cobalt gris, du cobalt noir et de l'arséniate rouge de cobalt en blocs atteignant souvent plusieurs kilogr.

La 2^e région suit la ligne de contact de la formation granitique précédente avec les terrains stratifiés qui forment la partie basse des Andes. Elle se compose de roches calcaires, argilo-calcaires, stratifiées, fossilifères, infra et supraliasiques avec quelques assises en stratification concordante, argileuses, compactes ou porphyroïdes. On n'y trouve ni quartz ni matières quartzueuses. Le métal qui constitue sa richesse est presque exclusivement l'argent, qui s'y présente sous forme d'argent natif, bismuthal, mercuriel, antimonien ou arsénien et sulfuré. Les minerais sont chlorurés, chlorobromurés, iodurés, aux affleure-

ments; sulfurés, sulfoantimoniés ou sulfoarséniés en profondeur; exempts ou très pauvres en cuivre; mélangés parfois de plomb et de cobalt.

Tous les gisements sont des filons qui coupent transversalement, sous différents angles, les couches du terrain en dépassant rarement un mètre de largeur. Ils donnent généralement des minerais riches en argent; mais nous n'avons aucun renseignement sur leur teneur exacte. Cette richesse dépend tantôt de la nature des strates qu'ils traversent, tantôt des croisements et des veines qu'ils rencontrent. La plupart conservent leur richesse jusqu'à une profondeur qui ne dépasse pas une centaine de mètres au-dessous des affleurements. Cependant, ceux de Chanarcillo, d'une rare constance, continuent, à 300 ou 400 mètres de profondeur, à produire des minerais assez riches pour que leur exploitation soit très rémunératrice.

La troisième région s'étend à l'est de la précédente sur les pentes occidentales des Andes jusqu'à une hauteur indéterminée, mais qui jamais n'atteint le sommet du massif et laisse toujours au-dessus d'elle un immense espace improductif. Les gisements de cette région sont plus vastes et plus nombreux que ceux des autres. Le métal prédominant est le plomb, mais les minerais exploités sont ceux de plomb argentifère et arsenical, desquels on extrait des quantités considérables d'argent et de cuivre.

Les roches composant cette région sont ordinairement des roches stratifiées de l'époque infraliasique; conglomérats et brèches à pâte phorphyrique ou d'argile durcie, grès et porphyre rouge; assises métamorphiques; porphyres pyroxéniques.

Les espèces minérales les plus répandues sont les carbonates de plomb, des galènes argentifères, des mélanges de blende, de chalcoppyrite et de galène contenant toujours une quantité plus ou moins grande d'argent, du cuivre antimonien, du cuivre gris arsénien caractéristique des Andes, de l'arséniate de cuivre, du cuivre gris mercuriel, du bismuth, de l'antimoine natif et sulfuré, du cobalt et du nickel arsénien, de la stromégérite, du vanadate et du molybdate de plomb, etc. Aux affleurements apparaissent du plomb carbonaté accompagné de lapis lazuli, etc.

Les gisements les plus nombreux, les plus riches et les plus abondants en minerai se trouvent dans la partie méridionale de cette région. Les filons y sont plus larges et plus constants dans leurs productions.

Enfin, le Chili possède des mines de charbon très estimées et très demandées par les navires de passage. Ces mines se trouvent dans les terrains tertiaires de la chaîne de la côte, surtout à Lota. Le combustible s'y présente enfin sous forme de lignite dans le département de Copiaco sur le versant des Andes.

F. MARIE DAVY.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Après la clôture. — Les démolitions avancent lentement au Champ de Mars. Quelques-uns des pavillons étrangers ont déjà disparu, mais la plupart attendent encore des acquéreurs. Les diverses constructions de l'Histoire de l'habitation n'existent plus; le pavillon du pétrole a été enlevé.

Les galeries des Industries diverses, les Palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux sont maintenant vides; il ne reste plus que quelques statues à enlever dans la galerie Rapp. Quant à la Galerie des Machines, le travail de démontage y est à peu près terminé, mais il faudra encore un certain temps avant qu'elle puisse être complètement débarrassée des grosses pièces qui doivent partir par les voies ferrées.

Au Trocadéro, le jardin et le palais ont repris leur aspect habituel. Mais à l'Esplanade des Invalides et sur les quais il reste encore beaucoup à démolir.

La conservation des Palais du Champ de Mars. — Nous avons dernièrement résumé le rapport de M. Alphand relatif à la conservation d'une partie des bâtiments de l'Exposition au Champ de Mars (1). Le Conseil municipal de Paris, dans sa séance du 30 décembre 1889, a approuvé ce projet qui tend à la conservation de la galerie des Machines, du dôme central, de la galerie de trente mètres, des palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux, des galeries Rapp et Desaix, du parc, des terrasses et des fontaines du Champ de Mars.

La Ville abandonne sa part dans les fonds disponibles résultant des diverses opérations de l'Exposition universelle; en outre, elle aura à payer une somme de 4 millions. Elle deviendra propriétaire de toute la partie du Champ de Mars comprise entre le parc actuel, appartenant à la Ville, et la rue de 20 mètres à ouvrir entre les rues Saint-Dominique et Desaix, y compris lesdites rues ainsi que les monuments qui sont édifiés sur cette partie du Champ de Mars.

D'autre part, la Ville cède à l'Etat les terrains qu'elle possède à Issy et qui sont destinés à l'établissement d'un nouveau champ de manœuvres pour la troupe. Enfin, elle lui cède également, avec affectation au service militaire, la nue-propriété du sol de la partie du bois de Vincennes sur laquelle doit être édifiée la nouvelle caserne de cavalerie destinée à la garnison de Paris.

La tombola de l'Exposition. — L'Administration de l'Exposition a émis deux millions de billets de tombola qui sont aujourd'hui pour la plupart placés. L'achat des lots est maintenant terminé. Leur nombre s'est accru d'une certaine quantité de dons faits par le Président de la République, les Ministres et les exposants; il y en a en tout près de cinq mille. Ces lots sont déposés dans une des salles du palais du Trocadéro, à l'exception des tableaux et sculptures, au nombre d'environ deux cents, qui sont entreposés au dépôt des marbres.

En raison du travail de classement définitif de tous ces objets, le tirage de la tombola ne pourra guère avoir lieu avant un mois.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 7, p. 183.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 20 décembre 1889.

Présidence de M. G. EIFFEL.

La Société des Ingénieurs civils a renouvelé son bureau et son Comité pour l'année 1890, dans la séance du 20 décembre 1889.

Ont été élus :

Bureau :

Président : M. V. CONTAMIN.

Vice-Présidents : MM. POLONCEAU, JOUSSELIN, S. PÉRISSE, P. BUQUET.

Secrétaires : MM. BERTRAND DE FONTVILANT, CEBELAUD, ÉMILE BERT, GRUNER.

Comité :

MM. H. VALLOT, HALLOPEAU, A. MALLET, HERSCHE, L. APPERT, ED. LIPPMANN, MORANDIÈRE, CANET, ED. SIMON, LEVEL, MAX DE NANSOUTY, L. VIGREUX, AUG. MOREAU, CARIMANTRAND, L. REY, J. CHARTON, HAUT, BERTHON, J. FLEURY, FOREST.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 25 novembre 1889.

Physique. — 1° *Sur l'emploi des conductibilités électriques pour étudier les déplacements et partages des acides à fonction complexe.* Note de M. Daniel BERTHELOT, présentée par M. Lippmann.

On connaît toute une catégorie de corps réunissant à la fois la fonction d'acide et d'alcali. L'acide aspartique est l'un des plus simples d'entre eux. Aussi, le prenant comme type, l'auteur de cette note s'est proposé d'étudier les équilibres qui se produisent en présence de cet acide dans les dissolutions salines étendues. Ces équilibres dépendent de la présence des acides antagonistes qui, d'un côté, peuvent prendre tout ou partie de la base minérale, et, d'un autre, s'unir avec l'acide aspartique lui-même. Ils sont subordonnés aussi à la présence d'un excès de base minérale formant un sel basique et à la présence d'un excès de chlorure alcalin formant un sel double. On peut prévoir ainsi des phénomènes complexes, mais se rattachant à des idées générales simples. Tel est l'objet de la recherche dont l'auteur présente les premiers résultats dans cette note.

2° *Variation de la résistance électrique de l'acide hypoazotique sous l'influence des changements de température.* Note de M. J.-J. BOGUSKI, présentée par M. Lippmann.

De ses recherches sur cette question, M. Boguski a tiré les deux remarques suivantes :

1° L'accroissement de température de l'acide hypoazotique produit une augmentation de sa résistance électrique dont il a constaté les plus brusques variations entre 0° et 17° C. Au-dessus de 70° C l'acide hypoazotique forme un isolant presque parfait ;

2° Pendant l'échauffement de l'acide hypoazotique, il se passe deux phénomènes consécutifs qui méritent une attention particulière. A une augmentation de température jusqu'à une limite fixe et donnée correspond, en général, un accroissement statique et définitif de la résistance du liquide ; mais cet accroissement même est précédé d'une diminution dynamique (passagère) de la résistance, dont la valeur momentanée n'est quelquefois que $\frac{1}{100}$ ou $\frac{1}{200}$ de la résistance statique et normale. Cette diminution passagère de la résistance est d'autant plus grande que le liquide a été chauffé plus brusquement. La durée de cet effet dynamique dépasse rarement une minute, car la résistance de l'acide hypoazotique remonte jusqu'à sa valeur normale par rapport à une température donnée dès que l'équilibre thermique est atteint. On peut étudier ces effets par différentes méthodes de mesure, et même en déterminant la différence du potentiel aux électrodes, à l'aide d'un électromètre. L'auteur joint à sa note un extrait du tableau de ses différentes observations.

Chimie. — 1° *Préparation et propriétés du bifluorure de platine anhydre.* Note de M. H. MOISSAN, présentée par M. Troost.

Pour préparer le bifluorure de platine, l'auteur prend un faisceau de fils de platine qu'il introduit dans un tube de platine épais ou dans un tube de fluorine traversé par un courant rapide de fluor, et maintenu au rouge sombre. Aussitôt qu'il s'est formé du fluorure de platine, le faisceau de fils mé-

talliques est retiré de l'appareil et placé dans un tube de verre bien sec.

Le fluorure de platine se présente en masses fondues d'un rouge foncé ou en petits cristaux jaune chamois rappelant la teinte du chlorure de platine anhydre. Il est éminemment hygroscopique. Sa réaction la plus curieuse est celle qu'il fournit au contact de l'eau. Si l'on met ce composé en présence d'une petite quantité d'eau distillée, dans une capsule de platine, il se produit de suite une solution de couleur fauve ; mais presque aussitôt le liquide s'échauffe et le fluorure se décompose en donnant de l'oxyde platinique hydraté et de l'acide fluorhydrique.

Sous l'action d'une chaleur rouge, le fluorure de platine se dédouble en fluor qui se dégage et en platine métallique. Le platine qui se forme ainsi en présence du fluor prend la forme cristalline. Ce nouvel exemple vient s'ajouter à ceux qui ont permis à M. Daubrée d'appeler l'attention sur le rôle minéralisateur du fluor.

L'analyse lui assigne la formule PtF_2 .

2° *Contribution à l'étude des doubles décompositions entre les sels halogènes de mercure et de zinc.* Note de M. Raoul VARET, présentée par M. Berthelot.

M. Raoul Varet présente dans cette note une étude complète sur l'action du cyanure de mercure sur le bromure de zinc, et sur l'action du cyanure de zinc sur le bromure de mercure.

Il résulte de cette étude, que l'action du cyanure de mercure sur le bromure de zinc et celle du cyanure de zinc sur le bromure de mercure conduisent au système $(HgCy.HgBr.ZnCy. + HgBr)$.

La production du sel triple $HgCy.HgBr.ZnCy + 8HO$ conduit à un équilibre qui limite les réactions inverses qui pourraient reproduire l'un des systèmes primitifs, soit $Hg^2Cy^2 + Zn^2Br^2$, soit, au contraire, l'autre système $Hg^2Br^2 + Zn^2Cy^2$. Tout le cyanure de zinc ne concourt pas à la formation du sel triple, et la quantité qui entre en combinaison dépend, et de la proportion d'eau, et de la proportion de $HgCy$ qui y est dissoute.

Ces résultats sont du même ordre que ceux obtenus par M. Berthelot, dans ses recherches sur la statique des sels doubles de mercure et dans l'étude des doubles décompositions.

3° *Sur un nouveau sucre à noyau aromatique.* Note de M. MAQUENNE, présentée par M. Berthelot.

M. Maquenne présente à l'Académie une étude très complète sur la pinite, sucre que l'on trouve aujourd'hui dans le commerce et qui provient du *Pinus lambertiana*, de Nebraska. Ce produit et vraisemblablement aussi la sennite sont en rapport étroit avec la série aromatique ; ils constituent des éthers dérivés d'un principe nouveau, isomérique des glucoses et qui paraît répondre à la même formule que l'inosite.

4° *Synthèse de la métaphénylène-diamine par la résorcine et l'ammoniaque.* Note de M. Alphonse SEYEWITZ, présentée par M. Pasteur.

Agriculture. — *Sur l'épuisement des terres par la culture sans engrais et l'utilité de la matière organique du sol,* par M. P. P. DEHÉRAIN.

M. Dehérein a laissé pendant dix ans dans le champ d'expériences de l'École de Grignon quelques parcelles de terrains réservées à la culture sans engrais, afin de voir les récoltes diminuer peu à peu, et au moment où leur épuisement deviendrait sensible, pouvoir déduire, de leur analyse comparée à celle de sols voisins régulièrement fumés, la nature des éléments dont la disparition amenait la stérilité.

En 1887, on a semé des betteraves sur plusieurs parcelles qui avaient porté douze récoltes sans recevoir d'engrais. Tandis qu'on recueillait de 35 000 kilogr. à 40 000 kilogr. sur les sols régulièrement fumés, une parcelle restée sans engrais ne fournissait que 13 900 kilogr. de racines, et une autre 10 100 kilogr.

Ces parcelles sans engrais ne portent plus également que des récoltes misérables de trèfle, n'atteignant pas le tiers de ce que fournissent les parcelles voisines régulièrement fumées.

On a fait alors l'analyse des terres, et l'on a remarqué que la teneur en acide phosphorique assimilable et en potasse est peu différente pour les parcelles régulièrement fumées et celles laissées sans engrais ; on ne saurait donc attribuer la stérilité de ces dernières à l'absence de l'acide phosphorique et de la potasse, d'autant plus que l'addition de ces

deux éléments à une culture de trèfle n'a exercé qu'une action insignifiante.

On a procédé alors au dosage de l'azote et du carbone des matières organiques, et l'analyse montre clairement que l'élément qui a disparu en plus grande quantité est le carbone. La matière organique du sol, l'humus, soumis à une oxydation énergique par des labours répétés, a considérablement diminué, et l'auteur se croit autorisé à attribuer à la diminution de la matière organique la faiblesse des récoltes des parcelles sans engrais, d'autant plus qu'il ne peut obtenir à Grignon de pleines récoltes sans l'emploi du fumier de ferme. Il en résulte donc que la diminution de la matière organique entraîne celle des récoltes. Ce point acquis, l'auteur a cherché à déterminer quel rôle remplit cette matière organique dans la culture, et signale à l'Académie les expériences qu'il a faites pour arriver à cette détermination.

L'interprétation la plus simple de ces expériences le conduit à dire que la matière organique fait partie des éléments nécessaires à la betterave au même titre que les nitrates, les phosphates ou la potasse, et que son absence est aussi préjudiciable que celle de l'un quelconque des éléments minéraux précédents.

Mécanique. — 1° *Note sur le calme obtenu dans les écluses de navigation à épargne d'eau et à colonnes liquides oscillantes,* par M. Anatole de CALIGNY.

M. de Caligny avait proposé de faire arriver l'eau seulement par une des extrémités d'une écluse de navigation, dans l'enclave des portes d'aval, ce qui avait été exécuté avant qu'il eût trouvé un moyen simple d'obtenir la marche automatique de ce système.

On a modifié l'appareil, de manière à faire arriver l'eau aux deux extrémités du sas. Il en est résulté que, non seulement on n'a plus été obligé de prendre aucune précaution pour empêcher les ondes de gêner les bateaux, mais même ces derniers montants ou descendants n'ont plus eu besoin de tendre leurs amarres.

Quand l'eau arrivait par une seule extrémité du sas, la marche automatique, par la régularité des mouvements qu'elle produisait, avait augmenté la hauteur de l'onde qui se promenait d'une extrémité à l'autre de l'écluse, de sorte que le perfectionnement obtenu par cette nouvelle manœuvre n'était pas sans inconvénient. Or, il ne s'est rien produit de semblable quand on a employé la marche automatique, soit pour le remplissage, soit pour la vidange de l'écluse, depuis que l'eau arrive ou sort par les deux extrémités.

L'auteur signale aussi une heureuse modification apportée à la disposition qu'il a préconisée dans son ouvrage : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes.*

Au lieu d'établir l'aqueduc comme il le prescrit, on s'est contenté d'un branchement métallique d'une section moitié moindre que celle de l'aqueduc, mais dont la longueur était calculée de manière que la colonne liquide, à chaque période de l'appareil, se divise en deux parties égales à cause des lois de l'inertie. De sorte qu'il entre ou sort de l'écluse à peu près autant d'eau par une extrémité que par l'autre. Aussi quand on mesure la hauteur de l'eau dans le sas à chacune de ses extrémités, la différence est à peine de un centimètre.

M. de Caligny montre que ce résultat était prévu par sa théorie des ondes.

2° *Sur un dispositif de frein de Prony, destiné à l'évaluation exacte des couples moteurs.* Note de M. Hillairet, présentée par M. Mascart.

Mathématiques. — 1° *Sur les lignes asymptotiques et les systèmes conjugués tracés sur une surface.* Note de M. LELIEUVRE, présentée par M. Darboux.

2° *Généralisation de la loi de Makeham.* Note de M. A. QUIQUET.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

Pour tous les articles non signés :

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Nouvelle forme de radoub en bois, construite à Brooklyn (N.-Y.), p. 249 ; — Amélioration de l'estuaire de la Tees (*planche XXVI*), p. 251 ; G. RICHOU. — Physique industrielle : Note sur l'application des chaudières multitubulaires aux navires de guerre et du commerce, p. 253 ; MAURICE DEMOULIN. — Statistique : La statistique graphique, p. 255 ; MAX DE NANSOUTY. — Congrès : V^e Congrès de sauvetage, p. 257 ; E. CACHEUX. — Correspondance : Sur le tracé des arcs de parabole, p. 258 ; BEDAUX. — Nécrologie : M. A. Durenne, p. 258. — Informations : Le monopole des allumettes chimiques, p. 259 ; — Commission d'enquête pour le pont sur la Manche, p. 259 ; — La trempe de l'acier, p. 259 ; — Les météorites du Mexique, p. 259 ; — Conservation des chemi-

nées en tôle, p. 259 ; — Conférence au Conservatoire des Arts et Métiers, p. 259.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889 : Le matériel de l'industrie textile à l'Exposition (*suite et fin*), p. 260 ; ALFRED RENOARD. — Correspondance : De l'instabilité des nouvelles couleurs en teinture, p. 262 ; CH.-AUG. DECAUX. — L'exposition de l'enseignement technique, p. 263. — Chronique de l'Exposition, p. 263.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société chimique de Paris, séance du 13 décembre 1889, p. 264 ; — Société industrielle du Nord de la France, assemblée générale du 28 octobre 1889, p. 264.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 264.

Planche XXVI : Amélioration de l'estuaire de la Tees.

TRAVAUX PUBLICS

NOUVELLE FORME DE RADOUB EN BOIS construite à Brooklyn (N.-Y.).

Les constructeurs américains continuent, à l'inverse de ce qui se

tance plus grande à l'action des basses températures que celle des ouvrages de ce genre en pierres ou en briques, et aussi à la faculté de se procurer du bois de très fort équarrissage à bon marché. La maison E. Simpson, de New-York, qui vient d'être chargée par les autorités navales des Etats-Unis de construire de nouvelles formes en bois, a établi son premier ouvrage à Boston, en 1853 et 1854 ; il



FIG. 4. — Nouvelle forme de radoub en bois, construite à Brooklyn (N.-Y.).

fait dans les divers pays d'Europe, à faire des formes de radoub en charpente pour les grands ports. Cela tient non-seulement à la différence du coût de premier établissement, mais encore à leur résis-

tionne encore aujourd'hui dans de bonnes conditions. Un deuxième, construit et achevé deux ans après, n'a exigé, pendant une vingtaine d'années, aucune réparation importante : à ce moment, on a dû

renouveler sur une certaine longueur les poutrelles formant gradins qui revêtent les parois intérieures et permettent l'accès sur tout le périmètre; mais les pilots de fondation, les arbalétriers de support des murs, etc., n'ont subi aucune réparation. Aussi, lorsque la Commission, nommée par le Secrétaire de la marine américaine pour examiner si les nouvelles formes à construire devaient être faites en maçonnerie ou en bois, se fut décidée pour ce dernier type, il en fut commandé trois à la maison Simpson, l'une pour Portsmouth (Va.), l'autre pour League Island (Pa.), et la troisième pour Brooklyn.

C'est cette dernière que représentent les dessins ci-joints, empruntés,

driers, qui sont en pin de Géorgie, forment des marches de 20×25 sur tout le pourtour du dock. Ils se fixent sur les arbalétriers de la charpente par deux boulons, l'un vertical, l'autre oblique mais normal à l'arbalétrier. Les extrémités inférieures de ceux-ci viennent buter contre les longrines boulonnées sur le périmètre du plafond. Quatre pilots soutiennent chaque arbalétrier; une première couche en béton de $1^m 80$ d'épaisseur est coulée sur le talus naturel, et est surmontée, immédiatement en arrière des madriers de revêtement, d'une autre couche en argile fortement pilonnée.

En arrière de la dernière rangée des pilots de soutien sont établies

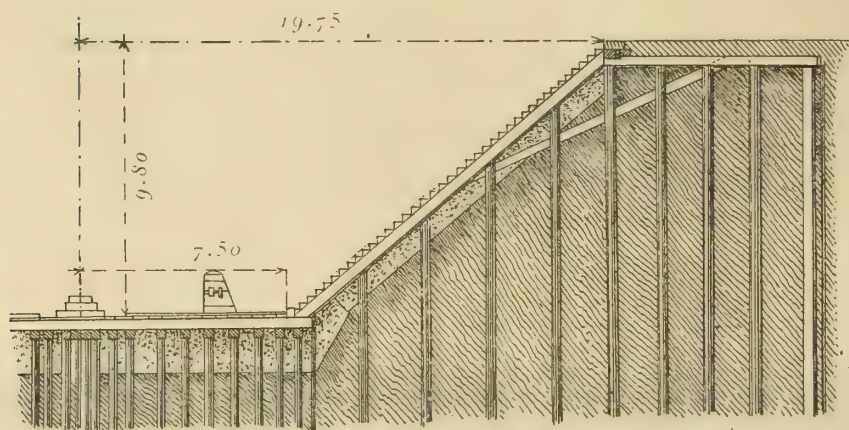


FIG. 2. — Coupe de la forme.

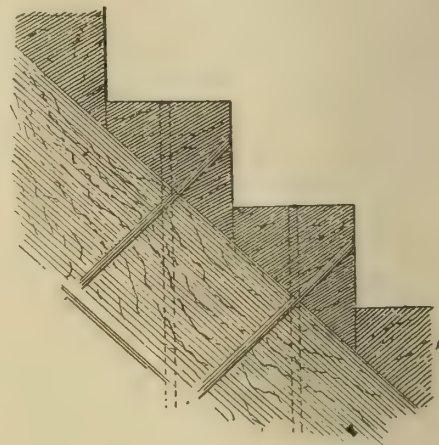


FIG. 3. — Coupe des gradins.

ainsi que les détails qui l'accompagnent, au *Scientific American*. Elle a 160 mètres de longueur totale au couronnement; 150 mètres entre le bateau-porte et l'autre bout; largeurs: $39^m 50$ au couronnement, 45 mètres au plafond, $45^m 90$ à l'entrée. Le seuil est à $9^m 45$ au-dessous du couronnement et à $7^m 65$ au-dessous du niveau des hautes mers; la profondeur au centre atteint $9^m 80$. Le raccordement des parois longitudinales avec les parois latérales se fait en abattant les angles (fig. 4), dans le but de réduire le volume d'eau à épuiser.

Le plafond (fig. 2) a 15 mètres $\times$ 138 mètres. Sur tout son périmètre on a foncé une enceinte en palplanches jointives de $0^m 20$. Pour obvier à la présence des sables bouillants, on les a foncées à $13^m 50$ de profondeur. Les pilots qui supportent le plafond sont disposés en rangs suivant la longueur et distants de $1^m 20$ dans ce sens, et de $0^m 90$

quatre autres lignes de pilots, dont la dernière est accolée à une enceinte de palplanches. Ces lignes portent un plancher supérieur qui permet d'approcher le dock, et donne à l'ouvrage une largeur totale de $54^m 60$. Elles sont reliées par des contre-fiches aux arbalétriers qui soutiennent le revêtement intérieur.

Le dock est fermé par un bateau-porte (fig. 4) dont le joint hermétique avec les parois est assuré par un garnissage en caoutchouc placé sur le seuil et les poteaux d'entrée. On a supprimé toute gorge dans ces pièces pour faciliter le travail. Les seuils sont au nombre de deux, afin que l'on puisse réparer aisément l'un d'eux en se servant de l'autre.

Les installations d'épuisement (fig. 5) consistent en deux pompes cen-

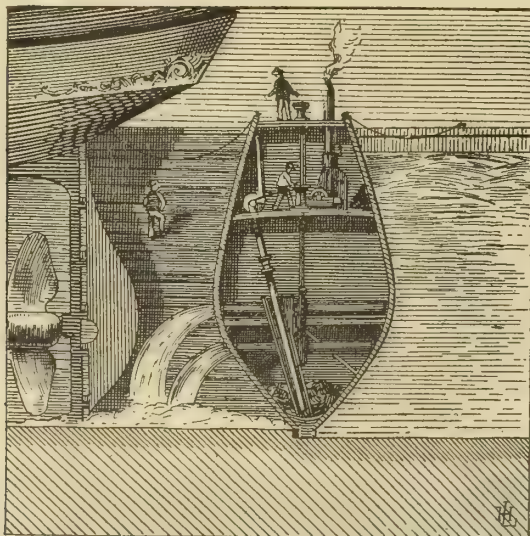


FIG. 4. — Bateau-porte.

dans le sens transversal. Chaque rangée porte une longrine en pin de Géorgie; sur ces longrines viennent reposer des traverses espacées de $0^m 90$ et portant le plancher proprement dit, constitué par des madriers de 75 millimètres d'épaisseur. Dans l'axe, la ligne des tins est soutenue par des lignes spéciales de pilots; les longrines qu'ils portent sont jointives. Les pièces employées pour ce travail ont en général 30×30 et les pilots $0^m 30$ de diamètre.

L'infrastructure du plafond jusqu'à la tête des pilots est noyée dans une couche de béton de ciment de Portland, dont l'épaisseur est de $1^m 50$ sur l'axe, et de $1^m 80$ sur les bords. Il en résulte que toutes les eaux d'infiltration se réunissent sur l'axe.

Les côtés ont une pente de 39° . Ils sont constitués par un revêtement en madriers horizontaux de 25 centimètres, chanfreinés à l'arrière et disposés en gradins, comme l'indique la figure 3. Ces ma-

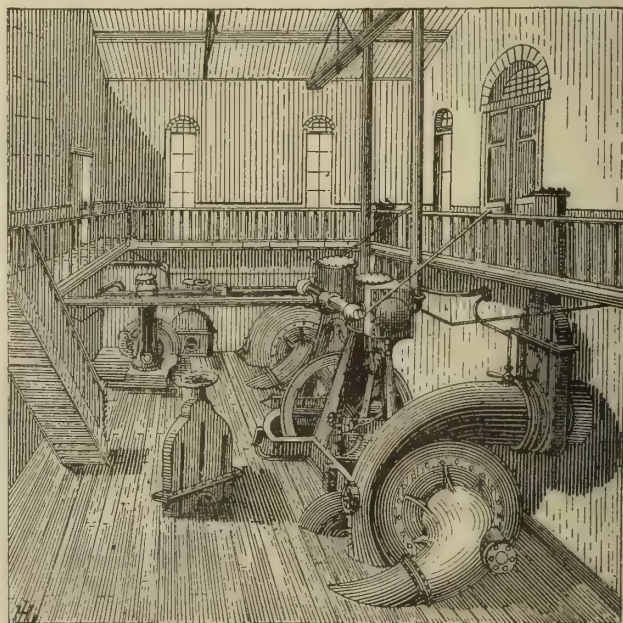


FIG. 5. — Installations d'épuisement.

trifuges de $1^m 05$ de diamètre, actionnées par des moteurs verticaux de $0^m 70$ de diamètre et de $0^m 60$ de course, avec des générateurs de $3^m 90$ de diamètre sur $3^m 30$ de longueur. Ces pompes peuvent élever 6 mètres cubes par seconde et vider le dock en une heure et demie quand il ne contient pas de navire. Des deux côtés de l'axe sont disposés, dans la couche inférieure de béton, des aqueducs qui aboutissent à un puisard établi à l'une des extrémités du dock et où descendent les tuyaux d'aspiration. Ces aqueducs se ferment à l'aide de vannes. Pour remplir le dock, on fait arriver l'eau par des conduites de $0^m 45$ de diamètre qui traversent le bateau-porte de part en part, et qui se ferment par des robinets-vannes manœuvrés du haut du pont, ainsi que l'indique la figure 4. Ce bateau-porte peut d'ailleurs être

mis à flot ou échoué par l'action d'une pompe centrifuge actionnée par un petit moteur établi sur le pont, et qui manœuvre aussi un cabestan.

Les travaux, commencés en décembre 1887, seront probablement achevés en février prochain.

AMÉLIORATION DE L'ESTUAIRE DE LA TEES.

(Planche XXVI.)

La question toujours pendante de la solution à adopter pour donner à l'estuaire de la Seine les conditions de navigabilité et de sécurité qui lui manquent, nous a conduits à publier récemment les expériences faites par M. Vernon-Harcourt sur les divers projets proposés. Or, dans les discussions prolongées auxquelles ces divers projets ont donné lieu, tant au sein des Commissions spéciales que devant la Société des Ingénieurs Civils de France, on s'est appuyé sur les résultats obtenus dans les travaux de régularisation et d'amélioration de la Tees. Nous croyons donc intéressant de les résumer, d'après un mémoire de leur auteur, M. John Fowler, mémoire publié par l'Institution des Ingénieurs Civils de Londres.

Les premiers travaux d'amélioration effectués sur ce fleuve, dont l'importance comme voie fluviale et maritime est considérable, puisqu'il dessert les chantiers de construction de Stockton et le district métallurgique de Middlesbrough, datent de 1810 et de 1828, et consistèrent en rectifications successives du lit (fig. 1, pl. XXVI). On avait également endigué le fleuve en amont de l'estuaire entre Stockton et Port-Clarence; mais les digues n'étaient pas dirigées d'une manière concordante avec le courant, et bien qu'elles eussent d'abord produit un certain effet, on dut reconnaître, en 1853, que le profil de la passe diminuait, et notamment que dans le bief de Billingham Reach, la profondeur dont on disposait n'accusait aucune augmentation.

Etat du fleuve en 1852. — A cette époque, les pointes du Page et de Blue House, qui s'avançaient sur les rives un peu au-dessous du pont de Stockton, donnaient lieu à la présence de deux courbes de faible rayon, qui rendaient la navigation difficile à la remonte, et empêchaient les gros navires construits sur les chantiers de Stockton d'en sortir à basse mer, car la profondeur, dans ces conditions, n'était que de 1^m 20. La seconde tranchée était d'ailleurs trop étroite et son profil présentait des courbes inutiles. Les hauteurs d'eau, sur les bancs, n'étaient que de 0^m 75 à 0^m 90 dans la courbe de Newport et Billingham Reach, de 3 mètres à 4^m 80 à Bambley's Right, de 0^m 90 à l'amont de Middlesbrough et de 1^m 50 à l'aval, quoique le lit du fleuve eût reçu de nombreux épis, comme l'indique la fig. 1, presque jusqu'à Middlesbrough, et fût encaissé par les quais des docks de cette dernière ville ainsi que par les débarcadères à charbon de la Clarence Railway Co, établis sur la rive opposée. Les travaux d'amélioration n'avaient pas été poussés plus loin, et en face de Cargo Fleet s'élevait le banc du même nom, qui n'était recouvert en basses mers que de 1^m 05.

Au delà, le fleuve divaguait entre des bancs de position variable, et se divisait en deux et quelquefois trois passes entre le *Jack in the Box* et le Feu n° 9; les passes nord et sud changeaient continuellement de forme et de profondeur. 40 bouées et un certain nombre de balises indiquaient pendant le jour la direction à suivre, et 5 paires de feux rendaient le même service pendant la nuit. Les premières demandaient une surveillance quotidienne, et on déplaçait les seconds trois fois par an.

En dépit de ces précautions, les navires de tonnage relativement faible qu'on employait à cette époque touchaient fréquemment sur les bancs de sable, surtout à cause de la difficulté qu'ils éprouvaient à franchir les courbes. Un éperon de rocher, appelé le Récif de la bouée n° 8, coupait la passe en travers au-dessous de la bouée n° 9 et laissait à sec, en basses eaux, les deux tiers du chenal. Le tiers restant était étroit, n'avait que 1^m 90 de profondeur, et il en résultait de grands inconvénients pour la navigation; de plus, cet étranglement gênait beaucoup le remplissage de l'estuaire par la marée. Aussi les navires devaient-ils jeter l'ancre vers les bouées n° 5 et 9, soit pour attendre le flot, soit pour s'alléger ou charger leurs cargaisons.

Des bancs de sable présentaient une surface considérable des deux côtés de la barre et y produisaient des changements incessants. Aussi devait-on déplacer les phares, et les remettre tantôt au nord à la pointe de Snook Seaton, tantôt sur le Bran Sand, au sud; et la direction du chenal principal variait en même temps que la profondeur d'eau, qui se tenait entre 0^m 90 et 3 mètres. Quand le chenal s'inclinait vers l'ouest, il se trouvait rétréci par le banc de South Gare, et on ne pouvait, lors des tempêtes, essayer d'entrer dans le fleuve qu'avec le concours des pilotes les plus expérimentés.

Pour remédier à ces divers inconvénients, la Commission du port, nommée en 1852, entreprit les travaux suivants : 1° digues submersibles; 2° dragages et sautages à la mine; 3° brise-lames; 4° digues insubmersibles pour conquérir des terrains sur l'estuaire. Nous allons les passer successivement en revue.

I. — Dignes submersibles. — Il n'y avait pas à se préoccuper beaucoup du cours de la rivière en amont de Middlesbrough; grâce aux

travaux antérieurs, le lit était fixé dans cette partie, mais il restait à le fixer en aval.

Toutefois, on l'élargit au droit des chantiers de construction de Stockton : on coupa les pointes du Page et de Blue House, on élargit également, de 9 à 12 mètres, la tranchée de 1828 tout en la redressant. A Billingham Reach, on abaissa les épis et on établit des digues submersibles le long des deux rives. Il en résulta, tout d'abord, un entraînement des alluvions les plus récentes, qui allèrent surélever les bancs en aval; mais l'effet des digues surmonta bientôt cet obstacle et rétablit la profondeur primitive du chenal.

Pour la partie aval, M. W.-A. Brooks avait proposé, en 1846, de former une passe entre Cargo-Fleet et le Seal Sand jusqu'à la bouée n° 5, par l'action des courants que l'on aurait obligés à adopter cette voie en barrant la passe sud à l'aide de quatre digues. La dépense était évaluée à 375 000 francs. Mais M. Johnston, directeur de la Compagnie de navigation de la Tees, fit observer que cette dépense était trop faible pour atteindre le but, et que le creusement d'un banc continu sur une longueur de près de 5 kilomètres serait très défavorable pour le commerce pendant toute sa durée. En même temps, il proposait de porter les améliorations sur la passe sud. De son côté, M. John Fowler imagina un tracé mixte destiné à éviter le récif de la bouée n° 8, mais ce projet fut abandonné parce que la Commission ne put réunir les capitaux nécessaires, et on revint à celui de M. Johnston, mais on dut se résigner à établir des digues submersibles pièce par pièce, à mesure qu'on obtenait les fonds.

On commença, en 1855, par barrer l'entrée du chenal nord, près de Port-Clarence, à l'aide de digues étudiées par M. John Fowler; l'une, insubmersible, avait 420 mètres de longueur, et l'autre, submersible, 300 mètres, de manière à envoyer tout le débit du fleuve dans le chenal sud. Ce dernier avait subi des atterrissements considérables pendant les trois années précédentes, et un banc de sable qui s'élevait à 1^m 50 au-dessus du niveau des basses eaux en obstruait l'entrée. La digue était constituée sur une longueur de 270 mètres par un massif d'argile avec revêtements en pierres, et sur les 150 mètres restants, c'est-à-dire à l'origine du chenal nord, par un coffrage en bois soutenu sur chaque face par un massif analogue, comme composition, à celui de la digue précédente.

L'opération venait de prendre fin sans incidents lorsque des navires s'engagèrent pendant la nuit dans le chenal nord, et brisèrent le nouvel ouvrage : le fleuve se précipita dans la passe condamnée, et, en deux marées, il se produisit une brèche de 27 mètres de largeur et de 6 mètres de profondeur. On ne put arriver à la fermer qu'en y jetant des laitiers de hauts fourneaux. Le courant, concentré de nouveau dans le chenal sud, abaissa le banc de 1^m 80 en quelques jours, et de 3 mètres au bout de quelques mois. Mais le sable enlevé vint se déposer au milieu de la passe à une faible distance de l'extrémité des digues submersibles. On dut donc les continuer à diverses reprises, et chacun de ces prolongements rejetait les sables un peu plus loin, jusqu'à ce qu'ils arrivassent à s'amonceler, dans le bassin où se trouve la bouée n° 9, en telle quantité que le courant ne pût plus les déplacer, et se frayât un passage entre le récif de la bouée n° 8 et le Bran Sand.

On éleva alors sur la rive sud un épi de 270 mètres de longueur, qu'on fit suivre de digues submersibles jusqu'au récif. Ce travail remit les sables en mouvement et les poussa vers la bouée n° 6; en même temps, le Seal Sand s'avancait de 450 mètres au delà du récif de cette bouée, en sorte que le courant devait se frayer un passage sur un fond de rochers situé à 0^m 90 seulement au-dessous des basses eaux, et contourner l'extrémité est dudit récif. On prolongea alors la digue submersible de la rive sud jusqu'au delà du récif de la bouée n° 8, ce qui détermina la réouverture de la passe, et les bancs de sable disparurent définitivement du bassin de la bouée n° 5.

Jusqu'alors les digues submersibles n'avaient été construites que par portions, et seulement sur les points où elles étaient indispensables pour conserver le tirant d'eau nécessaire à la navigation, et la passe s'approfondissait et s'uniformisait en avant de leurs extrémités; mais les sables se déposaient dans les intervalles qu'elles présentaient et se reformaient même après les dragages. On combla enfin ces intervalles, et on prolongea les digues vers la mer, mais sans aller jusqu'à la barre sur laquelle le brise-lames de South Gare commençait à exercer son influence.

Les digues ont été tout d'abord constituées par un massif d'argile défendu par des enrochements en laitiers, mais par la suite on a uniquement employé ces derniers. Des trains de chalands de 60 mètres de longueur, avec des chargements de 100 tonnes, étaient amenés entre deux lignes de pilotis distantes de 33 mètres, et déposaient au hasard leur contenu, jusqu'à ce que la digue eût atteint la hauteur convenable. On la laissait tasser pendant une année et on la rechargeait ensuite. Les massifs ainsi formés ont une hauteur de 3^m 60 à 12 mètres et s'élèvent de 1^m 20 à 2^m 10 au-dessus des basses mers. Leur talus est de 1/4 sous l'eau du côté de la passe, et à peu près vertical du côté des bancs. Leur longueur totale, y compris celle des épis, est d'environ 32 kilomètres; elles ont coûté 1 250 000 francs, les prix variant comme le carré de la profondeur d'immersion.

M. John Fowler a observé que pendant la progression des digues

submersibles, la crête des bancs qui se formaient dans la passe avait une direction opposée à celle du courant. Lorsque celui-ci faiblissait, comme par exemple au moment du changement de la marée, la crête s'aplatissait, et lorsque le courant inverse se produisait, elle se rétablissait dans le sens contraire. L'espace parcouru par les matériaux en suspension dans les deux sens était proportionnel à la force et à la durée des courants de flot et d'ébée, et était par suite plus considérable dans les parties hautes, quoique les courants aient plus de force dans les parties basses, et le dégagement de la passe s'effectuait mieux pendant les crues que lors des hautes mers. Les grandes crues présentaient toutefois le désavantage d'amener dans l'estuaire des eaux très chargées et tendaient plutôt à accroître les crêtes qu'à les balayer. Ces effets ne se produisaient pas avec la même régularité au delà des extrémités des digues, parce que les courants d'ébée et de flot ne suivaient pas toujours la même direction, ce qui occasionnait la formation de bancs isolés.

II. — Dragages et sautages à la mine. — L'action exercée par les digues submersibles suffisait pour uniformiser le lit et accroître sa profondeur lorsque les fonds n'étaient pas durs; mais il fallait la compléter par des dragages. On y employa une première drague dès l'année 1853; une deuxième en 1866, une troisième en 1870, une quatrième en 1878 et une cinquième et dernière en 1884. Au 31 décembre 1885, on avait dragué 18557820 tonnes dans le chenal; la dépense s'élevait à 9686000 francs, comprenant 3450000 francs pour le matériel, et 6236000 francs pour les travaux. Ceux-ci sont revenus à 0 fr. 35 par tonne ou à 0 fr. 687 le mètre cube. Ces prix moyens sont notablement majorés par les chiffres élevés qu'on atteignait à l'origine avec la première drague, et qui s'élevaient à 1 fr. 05 par tonne, amortissement non compris, tandis que, actuellement, avec les dragues qui fonctionnent toute l'année, on ne dépasse par 0 fr. 25 par tonne.

A mesure que la profondeur s'accroissait dans le chenal, les inconvénients du récif de la bouée n° 8 se faisaient sentir avec plus de force, et il fallut en faire sauter une partie, avant de songer à pousser plus loin l'approfondissement. Ce récif appartient à la formation de la petite oolithe, et certaines parties sont schisteuses, tandis que les autres sont compactes.

Le travail fut confié à la « Diamond Rock Blasting Co »; on a fait sauter près de 100 000 mètres cubes sur une surface de quatre hectares, de manière à obtenir un tirant d'eau de 4^m 20 au milieu de la passe en basses eaux. Le matériel de perforation était établi sur un chaland de 17^m 40 de long sur 8^m 50 de large et 0^m 90 de creux, construit sur les plans de M. Fowler, et soutenu par 8 colonnes. Les 24 outils étaient disposés aux sommets de carrés de 3 mètres de côté, mais on n'en chargeait que 18 à la fois. Après avoir amarré le chaland deux heures avant la marée basse, on faisait descendre les colonnes jusqu'au sol, puis on le relevait de 0^m 30. On fixait alors dans le roc les tubes dans lesquels devaient travailler les perforateurs; les trous étaient percés avec 58 millimètres de diamètre et chargés. On allumait les mèches quand la marée avait dépassé de quelques centimètres la ligne de flottaison, on remontait les colonnes et on remorquait le chaland hors du chenal. Les cartouches de dynamite avaient 45 millimètres de diamètre et portaient une charge de 800 grammes.

La dépense totale, comprenant l'enlèvement des débris de rochers et les dragages sur les talus laissés de chaque côté par l'action de la mine, s'est élevée à 6 695 000 francs. Le récif est actuellement creusé jusqu'à six mètres au-dessous des basses eaux, par une drague dont la chaîne à godets est armée de pics en acier fondu dans la proportion d'un pic pour deux godets.

La passe est maintenant approfondie par des dragues jusqu'à six mètres, ce qui permettra de disposer d'un tirant d'eau utile de 5^m 50 en basses eaux jusqu'à Middlesbrough et même jusqu'à Newport; ces résultats sont déjà obtenus jusqu'au phare d'Eston, situé à 8^{km} 5 de la jetée du sud.

III. — Brise-lames. — La construction de brise-lames sur les deux rives du fleuve était demandée depuis longtemps, mais comme le Parlement n'avait accordé aucune subvention pour ces travaux, la Commission se décida à employer à la construction d'un ouvrage de ce genre sur le banc de South Gare, les laitiers que l'augmentation du nombre des hauts fourneaux du voisinage permettait d'obtenir en abondance. A cet effet, les laitiers furent pris encore chauds à la sortie des hauts fourneaux et transportés sur un matériel spécial, à raison de 0 fr. 035 par tonne kilométrique, avec une subvention des maîtres de forges s'élevant au début à 15 centimes et qui arriva progressivement jusqu'à 50 centimes par tonne enlevée.

Brise-lames de South Gare. — En 1862, la Compagnie du chemin de fer avait établi sur le Bran Sand une digue en laitiers concassés, pour établir la voie destinée au transport. Cette digue, qui avait 1850 mètres de longueur, fut très rapidement endommagée par les tempêtes, et la Commission dut la reconstruire plus solidement en 1863; on arriva à la partie la plus profonde à la fin de l'été, malgré des interruptions causées par l'ensablement des voies sous l'action des marées.

Ce mouvement fut arrêté par l'ensemencement des bancs avec des herbes marines, et l'ouvrage progressa en moyenne de 145 mètres par an jusqu'à 1869 inclusivement; il avait atteint à cette époque la première des passes secondaires qui s'ouvrait dans un banc de sables mouvants de 9 à 12 mètres d'épaisseur, mais les travaux furent alors suspendus, faute de fonds. Pendant cette période, la profondeur s'accrut à l'avant du brise-lames, et comme des vagues plus hautes commençaient à l'atteindre, on décida de protéger les enrochements en laitiers par un mur de défense en béton de ciment, établi en avant d'eux.

On commença par former une plate-forme de fondation avec des enrochements en laitiers coulés par des chalands, jusqu'au niveau des basses eaux. Cette plate-forme fut poussée jusqu'à 60 mètres de la face extérieure du mur, de manière à briser la force des lames avant qu'elles n'y arrivassent (fig. 7). On la laissa tasser pendant un peu plus d'un an, puis on y fonda deux lignes de pilots espacées de trois mètres, sur lesquelles on établit à 3^m 60 au-dessus des hautes mers une plate-forme avec voie ferrée pour le coulage du béton. On fit ensuite, entre les deux lignes de pilots, une fouille de 0^m 60 de profondeur au-dessous des basses mers, dans les enrochements, dans laquelle on coula une couche de ciment à prise rapide pour remplir les interstices des laitiers, de manière à éviter l'entraînement du ciment de Portland avant la prise, et on procéda au coulage dans des coffrages successifs en planches clouées sur les pilots, de manière à pouvoir couler chacun d'eux dans l'intervalle entre deux marées consécutives. Les tubes à béton contenaient chacun environ 1/2 mètre cube de béton et s'alimentaient à deux malaxeurs Messent, commandés par une machine de 12 chevaux, qui manœuvrait également les câbles sans fin des treuils employés pour amener les tubes au lieu de dépôt et les en ramener. Chaque malaxeur alimentait deux tubes, et on en écoulait 20 en moyenne par heure et par malaxeur.

Le béton se composait de 4 parties de laitier concassé, de 3 parties de sable, et de ciment de Portland dans la proportion de 1 à 7 pour le mur, de 1 à 9 pour le talus d'arrière, et de 1 à 6 pour la tête. L'exécution du mur se poursuivit ainsi par parties de 6 mètres de longueur et de 0^m 60 à 4^m 20 d'épaisseur, suivant sa hauteur au dessus des basses eaux: chaque partie s'achevait en une marée. Le béton faisait suffisamment prise en 24 heures pour résister aux vagues ordinaires, mais on eut à subir de nombreuses interruptions pour laisser passer les ouragans.

Le mur proprement dit a 6 mètres de largeur à la base, 3^m 60 au couronnement et 6^m 60 de hauteur. Il se prolonge par un revêtement également en béton, de 4^m 20 à 1^m 80 d'épaisseur et de 6 mètres de largeur, avec un parapet de 0^m 90 de hauteur; la face située du côté de la mer a reçu ultérieurement une couche de 0^m 45 de béton.

Le brise-lames de South-Gare s'est avancé de 935 mètres jusqu'à 1879; mais pendant les deux dernières années, la progression s'est tenue au-dessous de la moyenne antérieure, parce qu'il se produisait, au fur et à mesure de l'avancement, des affouillements dans les bancs de sable, qui portaient la profondeur de 1^m 50 à 9 et même 10^m 50 au-dessous des basses eaux, et permettaient aux fortes lames de venir briser sur l'ouvrage. On touchait à l'emplacement de la tête à la fin d'octobre 1880, lorsqu'un ouragan qui dura trois jours renversa le mur sur 85 mètres de longueur et dispersa les enrochements jusqu'à 3 mètres au-dessous des basses mers. On reconnut que l'accident provenait d'une excavation qui s'était produite dans les enrochements pendant la construction, et dont le remplissage n'avait pu faire corps aussi complètement que le reste.

On essaya en vain de réformer les enrochements, et on dut, comme l'indique la figure 8, reconstruire le mur à l'abri de la partie éboulée, sur quatre rangées de sacs contenant chacun 10 mètres cubes de béton. Ces sacs avaient 4 mètres de tour, 9^m 50 de longueur, et étaient fermés par des cordes de 12^{mm} 5: ils étaient sensiblement étanches et coûtaient chacun 100 francs environ. On commençait par y mettre assez de béton pour pouvoir les déposer sur le fond, puis on les relevait légèrement et on y introduisait une couche de béton à l'aide d'un tuyau qui allait à peu près jusqu'au fond du sac, de façon à protéger l'enveloppe contre le tranchant des morceaux de laitier: lorsque le sac était plein, on le lâchait et on le disposait définitivement à l'endroit qu'il devait occuper.

Pour empêcher les affouillements de se produire dans les enrochements à la tête du brise-lames, sous l'influence des lames de fond, on y déposa de gros blocs de béton (fig. 9). Ces blocs furent d'abord du poids de 200 à 500 tonnes, mais on ne les fit ensuite pour la plupart que de 30 à 40 tonnes. Les plus gros blocs furent construits sur de vieux navires qu'on remorquait et qu'on coulait en place, et dont on sciait ensuite la charpente, de manière à la faire emporter par la mer. Les blocs de 200 à 300 tonnes furent amenés entre deux pontons jusqu'au lieu de dépôt. Quant à ceux de 30 à 40 tonnes, on les construisait par série de huit sur des voies ferrées portées par un ponton; la mise en place demandait une demi-heure environ.

La dépense totale du brise-lames de South-Gare s'est élevée à 6 733 000 francs, comprenant 4 205 000 francs pour les enrochements, 2 453 000 francs pour la maçonnerie et 75 000 francs pour le phare de 4^e ordre établi à la tête de l'ouvrage. Les subventions données par

les maîtres de forges pour l'enlèvement des laitiers ont atteint 1 417 000 francs, ce qui réduit le coût à 5 316 000 francs.

Brise-lames de North-Gare. — Ce brise-lames, dont la longueur prévue est de 1 700 mètres, doit être actuellement près d'être terminé. Il est construit sur 700 mètres de long, entièrement en enrochements de laitiers jusqu'à la laisse des basses mers. Les blocs de laitiers, qui pèsent 3 tonnes et demie en moyenne, sont chargés à Middlesbrough sur des chalands, et amenés à Seaton Snook, où on les reprend pour les déposer sur des trucs à bogie. Au delà de la laisse des basses mers, on les dépose à l'aide de chalands. La superstructure est en béton, d'après un profil analogue à celui du brise-lames sud, mais de plus grande épaisseur.

Digues insubmersibles pour la formation des polders. — Ces digues, d'une longueur totale de 26 kilomètres, ont été achevées en 1887. Elles sont constituées par des déblais, qui varient, comme composition, de l'argile compacte au sable sans consistance, et s'élèvent à 0^m 90 au-dessus des marées d'équinoxe et à 0^m 30 au-dessus des plus hautes marées observées depuis quarante ans. La fig. 6 donne leur profil transversal moyen; mais le talus intérieur est abaissé à 4 pour 1 quand on emploie des matériaux sans consistance. La hauteur varie entre 3 et 6 mètres, avec une moyenne de 3^m 60. Dans les parties sableuses ou vaseuses, on donne aux perrés une épaisseur de 0^m 60 au pied des digues et de 0^m 30 dans la partie haute. On a également perreyé les talus intérieurs avec des laitiers, pour les polders qui présentaient une très grande surface. Ces divers travaux ont été faits à l'entreprise et ont coûté de 1 fr. 37 à 1 fr. 76 le mètre cube de terrassements, et de 0 fr. 75 à 0 fr. 85 par mètre carré de perré en laitier. La dépense totale s'est élevée à 2 300 000 francs. L'auteur ne donne pas les chiffres complets pour la surface des terrains actuellement conquis ou en train de l'être. Ces terrains peuvent du reste avoir une grande valeur, car ils recouvrent un prolongement du banc de sel déjà exploité près de Middlesbrough, et qui a de 30 à 36 mètres de puissance.

Améliorations obtenues dans l'estuaire. — Les améliorations obtenues consistent principalement dans le redressement et l'élargissement du chenal et son approfondissement de 1^m 20 entre Stockton et Newport, et de 1^m 80 entre Newport et Middlesbrough; et dans la création d'un chenal fixe à travers l'estuaire, avec une largeur de 165 mètres à Middlesbrough, et atteignant 333 mètres au droit de la bouée n° 5, avec un approfondissement de 3 mètres, à la place de deux ou trois chenaux très variables, tortueux et sans profondeur (fig. 1, 2 et 3). La passe sur la barre n'a présenté aucun changement depuis 1867: sa profondeur a été portée de 1 mètre (en 1863) à 5^m 40, et cela simplement par l'action des courants, car on n'a effectué aucun dragage à moins de 800 mètres de la tête des brise-lames (fig. 3 et 4). Les profils comparatifs de la passe montrent également que les sables entraînés ne sont pas allés reformer une barre, car la profondeur s'est partout augmentée depuis 1850.

Les travaux ont d'autre part provoqué des atterrissements sur certains points. La Tees est très peu chargée de matières en suspension en temps de sécheresse, mais beaucoup au contraire en temps humides et en crues. M. John Fowler estime que celle du 9 mars 1881 a déposé, sur une longueur de 3 kilomètres en aval de Newport, un cube de 21 000 mètres, et des observations faites en temps humides et en crues ordinaires ont donné une proportion de matières en suspension de 0^{gr} 5 à 30 grammes par litre. Au-dessus de Newport, le profil transversal moyen du fleuve entre hautes et basses eaux s'est plutôt élargi, mais entre Newport et l'entrée du dock de Middlesbrough, les épis ont occasionné des atterrissements importants, quoiqu'ils n'atteignent pas leur sommet.

Lors de la construction des digues submersibles, les intervalles laissés entre elles et le pied des digues insubmersibles se sont comblés, comme l'indique la fig. 5, et donnent dans cette partie un profil transversal convexe. On observe également un léger relèvement du fond au-dessous de l'entrée du dock, grâce à l'abri donné par les estacades, et aux débris de tout genre qui en tombent, ainsi qu'un certain amoncellement de sable vers la traversée du Bran Sand par le brise-lames de South Gare; ce dernier d'ailleurs, sans doute, à la présence des herbes marines semées en cet endroit pour arrêter l'entraînement des sables par le vent. Mais il ne se produit aucun dépôt dans la passe. Les dragages ont servi à combler les anciens chenaux: mais quand les digues ont commencé à atteindre le niveau des basses mers, les matériaux les plus légers étaient emportés, et laissaient les laitiers exposés à l'action des eaux. Les bancs de sables mobiles se sont abaissés d'environ 0^m 45 au-dessous du niveau qu'ils avaient au début des travaux en 1855, et les fonds vaseux qui se trouvaient entre eux et les digues insubmersibles n'ont pas varié. Il en est de même des petits cours d'eau qui viennent se jeter dans l'estuaire, et dont on s'est attaché à ne pas changer le lit à moins de nécessité absolue.

L'estuaire est actuellement fixé de telle manière que les hautes lames ne dépassent pas la bouée n° 5, et sa capacité se maintient sous l'action des courants de flot et d'ébée et de celui du fleuve.

G. RICHOU,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

NOTE SUR L'APPLICATION DES CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES aux navires de guerre et du commerce.

On a pu dire avec raison que les machines marines étaient en avance de vingt ans sur les chaudières. Ce n'est pas que l'utilisation de la machine proprement dite soit supérieure à celle du générateur, ce qui serait contraire à la vérité, c'est que l'appareil moteur a été bien plus perfectionné que les chaudières, et presque dans toute la mesure du possible.

Il reste peu de chose à améliorer dans les appareils moteurs, lesquels utilisent en somme aussi convenablement la vapeur que le permettent les conditions physiques qui président à leur fonctionnement. D'autre part, l'augmentation successive de la vitesse du piston et différents autres perfectionnements, ont contribué à diminuer le poids de la machine proprement dite. Les chaudières, au contraire, sont restées ce qu'elles étaient il y a longtemps déjà. On a seulement augmenté l'épaisseur des tôles et le rivetage pour faire face à l'accroissement des pressions, qui ont passé en moyenne de 5 kilogr. à 11 kilogr. de 1880 à 1888.

Les chaudières cylindriques tubulaires à retour de flamme, communément employées dans la marine, présentent de nombreux inconvénients.

Leur poids est considérable, leur grand diamètre entraînant à donner aux tôles d'enveloppes de fortes épaisseurs, allant jusqu'à 32^m/m. En outre, elles contiennent un grand volume d'eau.

Elles sont d'une exécution difficile, surtout avec les pressions actuelles, qui exigent pour leur construction un outillage spécial ou coûteux et un personnel de choix.

Leur utilisation est défectueuse. La combustion se fait mal dans des foyers cylindriques dont le diamètre et le volume sont trop faibles. Cet inconvénient est, à la vérité, en partie contrebalancé par la présence d'une boîte à feu formant chambre de combustion, et par le rebroussement des gaz vers les tubes, dont il résulte un brassage des produits de la combustion et un mélange plus intime avec l'air. On peut également améliorer la combustion par un usage judicieux et modéré du tirage artificiel et par des rentrées d'air convenablement disposées dans le foyer ou dans la boîte à feu.

Les tubes sont trop courts (2 mètres à 2^m 20), pour leur diamètre (0^m 080 à 0^m 065), et les gaz sortent trop chauds du faisceau tubulaire. On ne peut songer, avec le système actuel de chaudière, à allonger les tubes. Il est difficile aussi de diminuer leur diamètre, sans gêner le tirage et sans amener un encrassement rapide, qui oblige à renouveler le ramonage d'une manière inadmissible en pratique.

A cet égard, il semble que le tirage forcé présente quelques avantages, en permettant de diminuer le diamètre des tubes. Toutefois, si l'augmentation du tirage est opérée dans la même proportion que la diminution de diamètre des tubes, les gaz sortiront à la même température que plus haut, puisque leur vitesse est accrue. Le tirage forcé permet aussi, pour un même diamètre de tubes, un plus grand espacement des périodes de ramonage, une partie des escarbilles et de la suie étant entraînée dans la boîte à fumée.

Il n'en est pas moins vrai que, sous le rapport de l'utilisation des calories contenues dans les gaz de la combustion, ce système de chaudière fait preuve d'une certaine infériorité.

Les réchauffeurs d'alimentation, qui paraissent, jusqu'à un certain point, remédier à ces inconvénients, ont été abandonnés, comme étant trop compliqués et n'ayant pas, dans la plupart des cas, donné les résultats attendus.

Le réchauffage de l'air comburant avant son entrée dans le cendrier, qui est à l'essai sur quelques bateaux, semble donner des résultats plus satisfaisants, mais la faible chaleur spécifique de l'air ne lui permet pas d'absorber une suffisante partie du calorique entraîné par les gaz perdus, pendant le temps trop court où ils peuvent rester en contact.

Au point de vue de la sécurité, il est à peine besoin de faire remarquer que le grand volume d'eau contenu par les chaudières marines augmente, dans une énorme proportion, les conséquences désastreuses que peut entraîner une explosion, en raison de la quantité considérable d'énergie qui s'y trouve emmagasinée. Il est probable que beaucoup de bâtiments, perdus à la mer et dont on n'a jamais eu de nouvelles, ont été victimes d'une explosion de chaudière.

Quand ces chaudières fonctionnent au tirage forcé, elles sont sujettes à des fuites aux assemblages des tubes et des plaques tubulaires et aux rivetages, pour des causes que nous avons déjà analysées dans le *Génie Civil* (1).

Un autre inconvénient des chaudières marines du type ordinaire est de ne pas se prêter facilement à une augmentation de la surface de grille, sans qu'on ait à sortir des proportions usuelles, ni à des variations convenables de puissance. Cette assertion demande une

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIV, n° 12, p. 185.

certaine explication. Supposons qu'un constructeur ait un type de bâtiment construit et machiné de manière à obtenir une certaine vitesse, la chaudière étant du type cylindrique à deux foyers. Le jour où l'on désirera augmenter la vitesse et la puissance d'un tel navire, d'un tiers par exemple, on sera amené à modifier une partie de l'aménagement intérieur des soutes et de la chaufferie, pour loger une chaudière à trois foyers qui sera forcément d'un plus grand diamètre et plus encombrante. De même, pour un plus fort accroissement de puissance, on serait amené à un remaniement complet du type de chaudière, en admettant bien entendu que l'on n'ait pas recours au tirage forcé. Il est regrettable, dans un cas semblable, que l'on ne puisse accoler côte à côte des éléments semblables pour parer à une augmentation éventuelle de la surface de chauffe. On devra remarquer, sans que d'ailleurs on doive beaucoup les regretter, que les anciennes chaudières carrées présentaient quelque avantage à ce point de vue spécial, ce qui peut, jusqu'à un certain point, excuser notre marine militaire de leur être si longtemps restée fidèle.

Rappelons enfin que la chaudière tubulaire marine ne se prête pas à une utilisation convenable de l'emplacement disponible à bord d'un navire, à cause de sa forme cylindrique.

A vrai dire, le seul avantage des chaudières marines ordinaires réside dans la facilité de la conduite, provenant de l'inertie calorifique qu'elles doivent à leur grand volume d'eau. Encore cet avantage a-t-il moins d'importance pour les chaudières marines que pour d'autres applications, la locomotive par exemple, en raison de la constance plus grande du travail. Le navire est en effet animé d'une vitesse sensiblement uniforme pour un tirant d'eau donné; il n'a pas, comme la locomotive, à franchir des rampes, à modifier son allure d'un instant à l'autre, à exercer un effort considérable au démarrage, etc., toutes choses dont la réalisation demande une grande réserve de calorique, les variations dans l'allure de la chauffe ne pouvant suivre la même marche que les modifications successives du travail à accomplir.

Tout en restant convaincu que l'on a, pour les installations à terre, exagéré dans bien des cas les avantages des chaudières multitubulaires, nous pensons que celles-ci sont appelées à se répandre sur mer, soit sous une des formes qu'elles affectent dès maintenant, soit sous une forme nouvelle. Aussi, ne saurait-on trop louer les nombreux et intéressants essais faits dans ce sens par la Compagnie des Messageries maritimes, qui a adopté la chaudière Belleville pour un certain nombre de bâtiments neufs.

D'ailleurs, l'usage des pressions de plus en plus élevées doit tendre à faire ressortir les avantages que présentent les chaudières multitubulaires. Celles-ci, en raison du faible diamètre des récipients, ne comportent jamais que des épaisseurs relativement faibles, même pour les plus hautes pressions que l'on emploie aujourd'hui. Ce fait peut entraîner une notable diminution du poids total du générateur, ce qui est toujours de première importance à bord d'un navire.

Nous n'insistons pas sur la question d'inexplosibilité des chaudières multitubulaires, variable du reste suivant les types, et qui constitue un de leurs principaux avantages.

On peut se demander, en présence des hautes pressions aujourd'hui d'un emploi courant à la mer, pourquoi les chaudières multitubulaires ne s'y sont pas répandues davantage. C'est peut être parce qu'il n'existe pas encore de type parfaitement approprié à la navigation, et surtout, il faut bien le dire, à cause de quelques préjugés provenant en partie d'appréciations trop sévères auxquelles certains succès ont donné lieu au début.

On a surtout accusé la chaudière multitubulaire, dans son application à la marine, de présenter une mauvaise utilisation, d'être difficile à conduire, de ne pas fonctionner convenablement à l'eau salée.

Nous allons essayer de réfuter, en partie, ces différents arguments, auxquels certains faits ont paru donner raison. En tous cas, les inconvénients que présentent les chaudières multitubulaires peuvent, en grande partie, se trouver conjurés moyennant certains perfectionnements, faciles à réaliser, ou par certaines précautions élémentaires.

La faible utilisation dont quelques chaudières multitubulaires ont fait preuve, provenait surtout du parcours direct et trop court des gaz et d'un tirage trop actif pour que les produits de la combustion se mélangent suffisamment à l'air et se trouvent refroidis comme il convient avant de quitter le générateur. L'insuffisance du rendement provenait surtout de ce que la combustion se faisait mal, ce que d'ailleurs confirmait l'abondance de la fumée. Or il est facile de remédier à cet inconvénient par de meilleurs arrangements du foyer, en exhaussant la plus basse rangée de tubes pour augmenter le volume de la boîte à feu, en munissant cette dernière de voûtes en briques convenablement disposées, et en créant des remous dans le courant gazeux, au moyen de chicanes espacées dans le faisceau de tubes. En ce qui concerne le refroidissement des gaz, il est presque toujours possible de rapprocher suffisamment les tubes pour que les produits de la combustion pénètrent dans la boîte à fumée à la même température qu'avec les autres systèmes de chaudières, et cela sans diminuer outre mesure les facilités de nettoyage.

Toutefois, nous devons remarquer que, dans certains cas, comme par exemple s'il s'agit de petits bâtiments à grande vitesse, dans lesquels

l'appareil évaporatoire doit se loger en entier sous un pont cuirassé, il peut se faire que la hauteur manque pour l'installation convenable d'une chaudière multitubulaire. Le parcours des gaz est, en effet, presque toujours vertical dans ces derniers générateurs, et ne peut être augmenté à volonté comme pour une chaudière tubulaire horizontale, dans laquelle on est libre d'allonger les tubes de la quantité désirable. Mais c'est là une réserve qui ne s'applique qu'à des cas spéciaux.

Ces chaudières sont peut-être un peu plus difficiles que les autres à conduire pour des chauffeurs qui n'ont eu à surveiller que des générateurs du type ordinaire; mais ils s'y habituent vite. D'ailleurs, il ne faut pas oublier que les conséquences d'une négligence ou d'un oubli de la part du chauffeur sont toujours moindres avec des chaudières multitubulaires, qu'avec des chaudières à grand volume d'eau et à haute pression, et surtout que les effets en sont invariablement localisés dans la chaufferie; ils ne peuvent, en aucun cas, entraîner la perte du bâtiment, comme cela est trop souvent le cas pour les explosions de chaudières tubulaires.

Ajoutons que beaucoup de constructeurs de chaudières multitubulaires se sont ingéniés à rendre l'alimentation automatique et à obvier à l'inattention ou à la négligence des agents. Il existe dès maintenant un certain nombre de régulateurs d'alimentation, appliqués à des chaudières de ce genre, et qui répondent convenablement au but que se sont proposé leurs inventeurs.

Arrivons maintenant à la troisième objection. Il est incontestable que la chaudière multitubulaire ne peut pratiquement être alimentée à l'eau de mer : les dépôts de sulfate de chaux et de chlorure de sodium obstrueraient rapidement les tubes; la circulation de l'eau ne se ferait plus convenablement et les tubes, chauffés à blanc, ne tarderaient pas à rougir. Or il n'est plus question d'alimenter les chaudières marines à l'eau de mer. L'usage, absolument général, du condenseur à surface permet au contraire d'alimenter avec de l'eau distillée. Celle-ci ne contient, pour toute impureté, qu'une faible dose de graisse, provenant du condenseur où elle est amenée par la vapeur venant des cylindres; on s'en débarrasse facilement au moyen des réchauffeurs d'eau d'alimentation servant aussi de dépurateurs, tels que les réchauffeurs de Weir et de Mac-Laine, qui commencent à se répandre. Toutefois, pour parer aux pertes d'eau douce provenant de causes diverses et qui se produisent toujours, à raison de $\frac{1}{20}$ environ, pendant le passage du fluide moteur suivant le cycle qui l'amène de la chaudière au condenseur et inversement, il était d'usage, et cela se pratique encore à bord de certains bâtiments, d'ajouter l'eau distillée, sortant du condenseur, d'une certaine quantité d'eau de mer. Cette pratique n'est plus suivie, depuis quelques années, par la plupart des grandes Compagnies de navigation, et les autres ne tarderont pas à les imiter. Pour les voyages de courte durée, il suffit d'emmagasiner, dans les chaudières auxiliaires, une certaine quantité d'eau douce servant aux additions. La traversée est-elle trop longue pour que cette méthode puisse suffire, on tient allumés les feux des chaudières des treuils, et on dirige la vapeur qu'elles produisent (à une pression de 1 à 2 kilogr. au plus, pour éviter les dépôts) dans le condenseur; cette vapeur produit ainsi la quantité d'eau douce nécessaire pour l'addition. L'emploi des distillateurs, qui commence à se répandre, et même à se généraliser, donne une excellente solution du problème si longtemps cherché, de l'alimentation à l'eau douce. Ainsi tombe la principale objection qu'ait soulevée l'application des chaudières multitubulaires à la marine.

On a encore reproché à ces chaudières d'être coûteuses et d'une durée inférieure à celle des autres générateurs.

Or on n'a comparé ces chaudières qu'à des générateurs fonctionnant à des pressions beaucoup plus basses et certainement moins poussés. On ne saurait trop faire remarquer à ce sujet que les chaudières multitubulaires présentent des facilités incomparables pour les réparations, lesquelles peuvent presque toujours s'opérer sans débarquement. En remplaçant au fur et à mesure les organes usés, ce qui peut s'opérer sans difficulté, puisque les pièces qui les composent sont facilement démontables et portatives, il est possible d'entretenir continuellement l'appareil évaporatoire en état de service, sans avoir recours à une grande réparation. Le séjour normal du bâtiment dans ses ports d'attache y suffira pleinement.

Ce n'est toutefois pas la généralisation de ces chaudières que l'on peut dès aujourd'hui prédire, mais leur adoption, dans un avenir très prochain, pour les paquebots à grande vitesse et pour certaines catégories de navires de guerre. Les Anglais, qui sont jusqu'ici restés très réfractaires à ce genre de progrès, malgré le grand nombre de navires à grande vitesse qu'ils ont construits, commencent à parler de cette transformation. Ils viennent de construire plusieurs paquebots, pour les lignes de New-York, qui possèdent des machines de 20 000 chevaux et au delà et qui filent plus de 20 nœuds. Quand, aiguillonnés par la concurrence, ils voudront faire plus encore, l'adoption des chaudières multitubulaires s'imposera pour eux.

Il nous reste à examiner l'adaptation de ces chaudières au tirage

forcé, et la manière dont elles se comportent quand elles y sont soumises.

Il est hors de doute qu'elles s'accommodent moins bien que les générateurs tubulaires au tirage forcé à outrance, si l'on se place au seul point de vue de l'utilisation, tandis qu'elles supportent, au contraire, une chauffe énergique et de brusques écarts de température, sans donner lieu, comme ces derniers, à des fuites graves. Leur moins bon rendement provient de l'exagération des conditions du fonctionnement, due à l'emploi du tirage artificiel, tandis que leur plus grande résistance à l'action de la chaleur et des coups dans la chauffe résulte du principe même de leur construction. Les joints les plus délicats ne sont pas soumis directement à l'action de la flamme, il n'y a ni rivures ni joints dans les foyers, enfin les dilatations peuvent se produire plus librement.

D'ailleurs, on ne doit pas oublier qu'un des principaux avantages

de ces chaudières réside dans la possibilité de diminuer l'intensité de la combustion, puisque, à poids égal, elles permettent une *augmentation considérable de la surface de grille*. Par conséquent, et en admettant même qu'elles conviennent moins bien que d'autres au tirage forcé, elles n'en restent pas moins d'une application intéressante pour la plupart des cas où ce mode de tirage est actuellement indispensable, puisqu'elles peuvent, pour un encombrement et un poids le plus souvent réduits, fournir un même volume de vapeur, tout en s'accommodant d'une combustion moins active, effectuée sur une grille plus étendue. Là est tout le secret des récents succès de M. Thornycroft, dont les torpilleurs, construits sur le modèle de l'*Ariete*, ont réalisé les plus grandes vitesses obtenues jusqu'ici sur mer.

MAURICE DEMOULIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

STATISTIQUE

LA STATISTIQUE GRAPHIQUE

Le Ministère des Travaux publics vient de publier son album de statistique graphique de 1888 (1). Cette remarquable publication con-

qui ne recourt aujourd'hui à la statistique graphique. Elle répond, en effet, de la manière la plus heureuse, à un double besoin de notre époque, qui veut, tout à la fois, des renseignements rapides et précis. Or les procédés graphiques remplissent à merveille ces deux conditions. Ils permettent, non seulement d'embrasser d'un seul coup d'œil la série des phénomènes, mais encore d'en signaler les rapports ou les anomalies, d'en trouver les causes et d'en dégager la loi ; ils

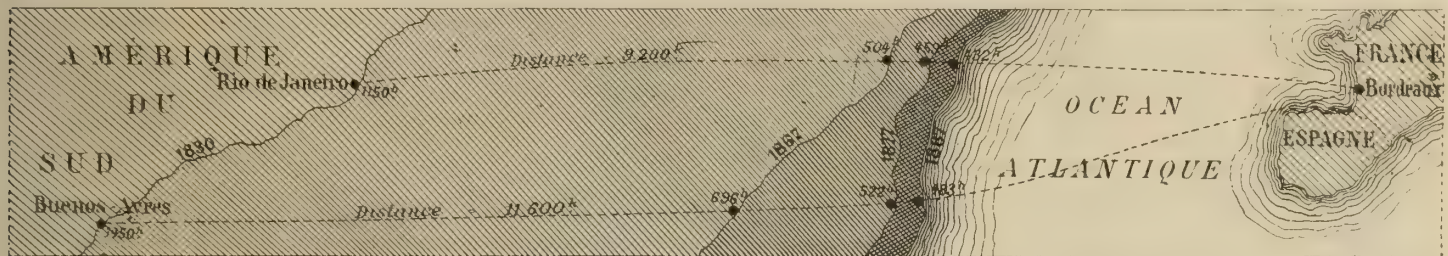


FIG. 1. — Accélération des traversées maritimes entre la France et l'Amérique du sud.

tient, en dehors des documents habituels, un certain nombre d'éléments nouveaux que nous avons vus figurer à l'Exposition spéciale du Ministère des Travaux publics en 1889. Il est intéressant de les signaler.

Rappelons brièvement, tout d'abord, que l'album de statistique graphique a été fondé en 1878, sous la direction de notre collaborateur M. E. Cheysson, qui a constamment été l'âme de cette œuvre impor-

remplacent avec un incontestable avantage les longs tableaux de chiffres, de sorte que, sans nuire à la précision de la statistique, ils en étendent et en vulgarisent les résultats.

MM. Minard et Lalanne, en France, furent les premiers à l'appliquer. Ils montrèrent comment la statistique graphique a l'avantage de parler aux sens en même temps qu'à l'esprit, et de peindre aux yeux, avec les ressources des courbes, des hachures et de la couleur,

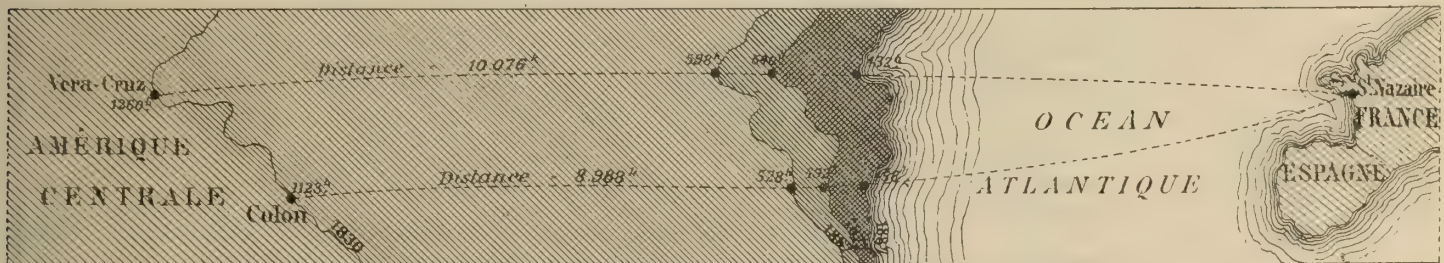


FIG. 2. — Accélération des traversées maritimes entre la France et l'Amérique Centrale.

tante. C'était, de 1877 à 1885, la Direction des cartes, plans et archives et de la statistique graphique qui en élaborait les éléments. En 1885, cette direction fut supprimée, et l'on put craindre, un instant, de voir disparaître avec elle cet élément technique de premier ordre. Mais une protestation générale s'éleva, à laquelle nous sommes heureux de rappeler que le *Génie Civil* prit part d'une façon chaleureuse ; comme conséquence, la Direction supprimée fut rattachée au 3^e bureau

des faits et des lois qui se dégagent mal des tableaux numériques. Elle a, de plus, le privilège d'échapper aux obstacles qui restreignent la diffusion d'un grand nombre de travaux scientifiques, et qui tiennent à la diversité offerte par les différentes nations sous le rapport de



FIG. 3. — Accélération des traversées maritimes entre la France et l'Amérique du nord

de la 1^{re} division du personnel du secrétariat et de la comptabilité au Ministère. M. Cheysson put donc continuer son œuvre et la perfectionner au point que l'on peut justement la considérer comme définitivement fondée et sans rivale à l'étranger.

Il n'est presque pas, on le sait, de branche de l'activité humaine

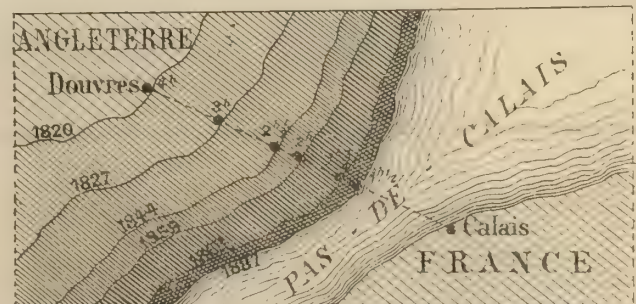


FIG. 4. — Accélération des traversées maritimes entre la France et l'Angleterre.

leurs idiomes et de leurs systèmes de poids et mesures ; le dessin échappe à ces obstacles : un diagramme n'est ni allemand, ni anglais, ni italien ; tout le monde peut en saisir les rapports de mesure, de surface ou de coloration, dont la relativité seule est à considérer. La statistique graphique constitue ainsi, dans son genre, une sorte de langue universelles qui permet aux savants de tous les pays d'échanger

(1) Paris. Imprimerie nationale, 1889.

leurs idées et leurs travaux, au grand bénéfice de la Science elle-même.

L'album de statistique graphique contient des planches de deux catégories : 1° les planches dites « de fondation », qui reparaissent régulièrement tous les ans et permettent de suivre les variations annuelles d'un même fait ; 2° des planches spéciales se rapportant à des faits d'importance moindre ou d'allure plus lente, dont il suffit, dès lors, de constater les variations à de plus longs intervalles.

Les planches de fondation ont trait aux chemins de fer, à la navigation maritime et fluviale, aux routes nationales, à la circulation parisienne.

Dans les planches spéciales, nous avons trouvé, depuis quelques

coltes, mais encore par leur nature. Il n'est pas indifférent, pour une Compagnie, que la contrée desservie produise du vin ou du blé, du sucre ou de la viande. Chacune de ces cultures correspond, pour les transports agricoles, à des courants différents et d'inégale intensité ; ainsi le vigneron, qui exporte ses produits et importe ses aliments, sera pour une ligne de chemin de fer un meilleur client que le laboureur qui consomme son blé.

Ces conclusions économiques ressortent avec une remarquable clarté des planches spéciales de l'album de statistique graphique.

Parmi celles qui, dans l'album de 1888, présentent un intérêt tout particulier, nous signalerons celles qui ont trait à l'accélération des



FIG. 5. — Accélération des voyages en France depuis 200 ans.

années, l'étude de phénomènes qu'il serait très difficile d'apprécier par toute autre méthode.

En agriculture, par exemple, nous avons vu, dans l'album de 1881, l'étude des ravages du phylloxera, en 1886 celle de la statistique agricole décennale. On en voit se dégager l'influence sur les transports, de l'état des récoltes et de leur répartition. Quand l'agriculture est prospère, elle donne des produits à transporter, répand l'aisance dans la population et développe, de proche en proche, avec le mouvement des affaires, le déplacement des voyageurs et des marchandises. Un fléau, tel que le phylloxera, vient-il à sévir sur une de nos cultures nationales, comme la vigne, les recettes des Compagnies qui desservent la région frappée se trouvent gravement atteintes. Le transport n'est pas seulement influencé, d'ailleurs, par l'abondance ou la rareté des ré-

traversées maritimes entre les côtes de France et divers pays, et à l'accélération des voyages en France depuis un demi-siècle. Nos dessins montrent toute l'ingéniosité des procédés graphiques employés.

En ce qui concerne l'accélération des traversées maritimes, le mode de représentation consiste dans le tracé de plusieurs cartes concentriques, dont les dimensions se réduisent avec la durée des traversées. A mesure que la vitesse des transports maritimes s'accroît, depuis la date de 1830 prise comme point de départ, les distances entre la côte française, supposée immobile, et les côtes étrangères, diminuent proportionnellement au nombre d'heures de la traversée, de sorte que les côtes se rapprochent par courbes progressives et diminuent l'étendue des océans. Comme, en moyenne, les voyages maritimes s'effectuent trois fois plus vite aujourd'hui qu'il y a un demi-siècle, il semble que,

AMÉLIORATION DE L'

Fig.1. Estuaire de la Tees en 1853.



Fig.2. Estuaire de la Tees en 1885.

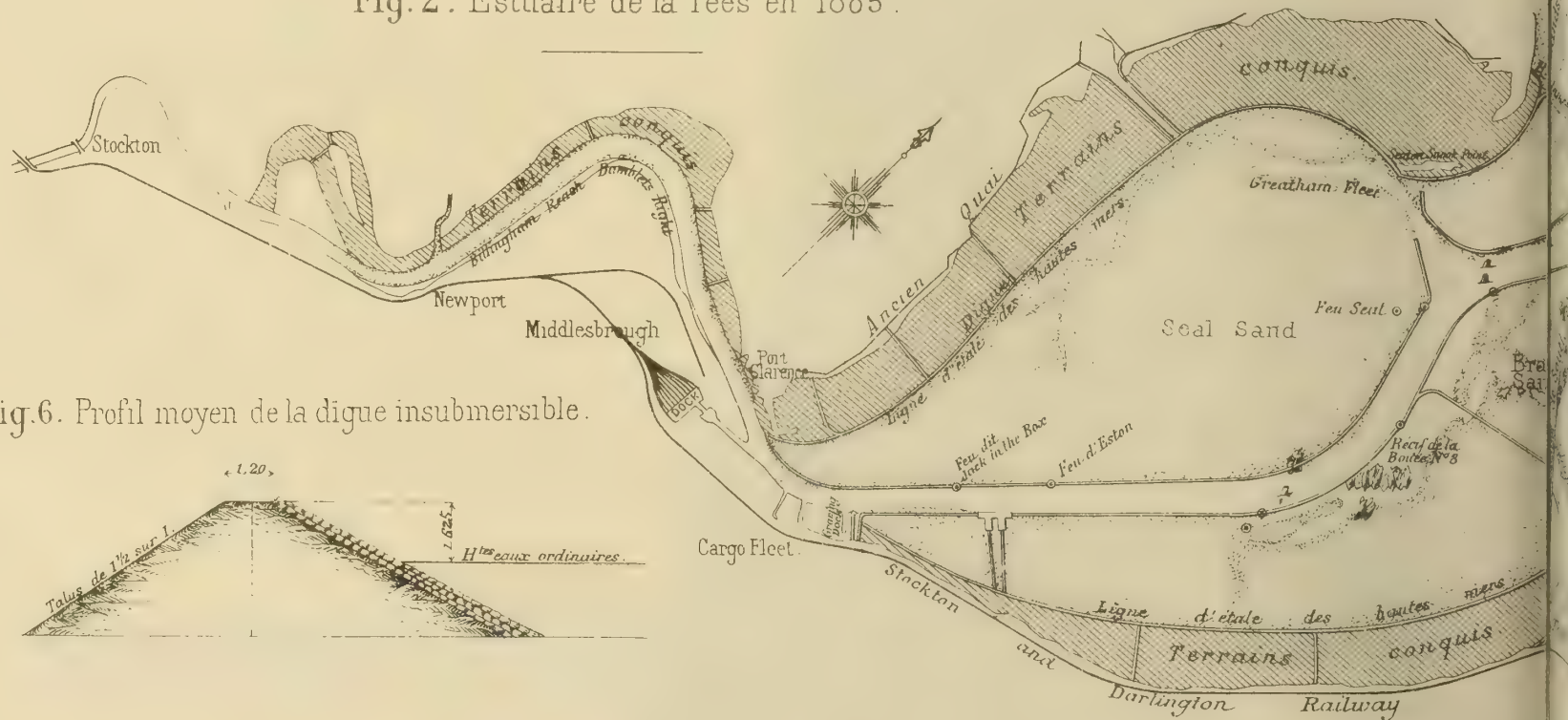
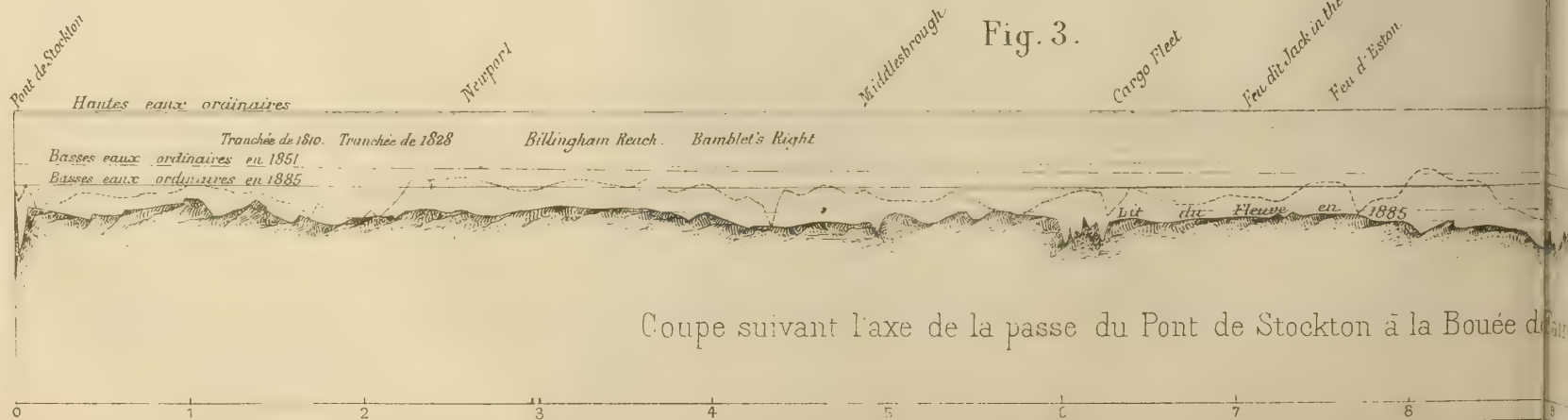


Fig.3.



STUAIRE DE LA TEES

Fig. 5. Coupe à la hauteur de Billingham Reach.

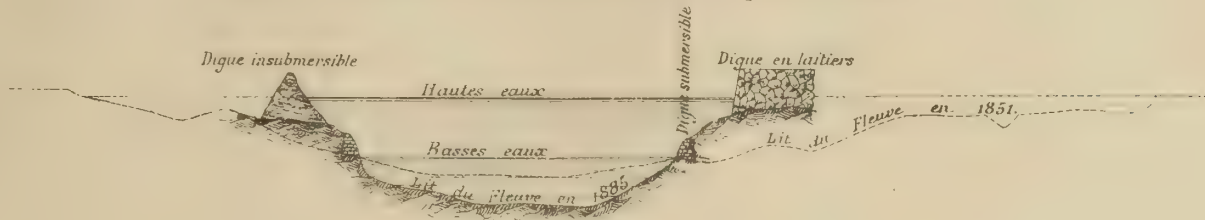


Fig. 7. Coupe du brise-lames de South gare à 180 mètres de son extrémité

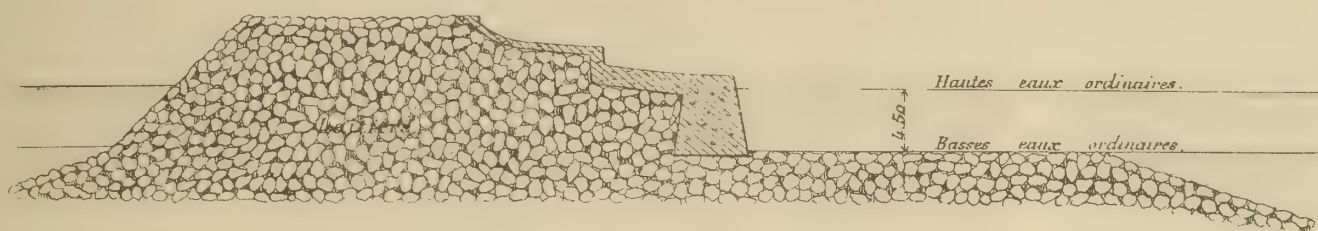
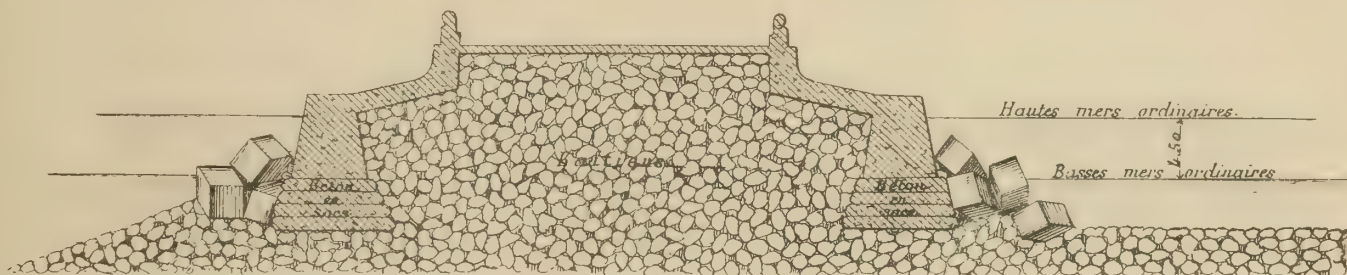


Fig. 8. Coupe du brise-lames de South gare à 60 mètres de son extrémité.

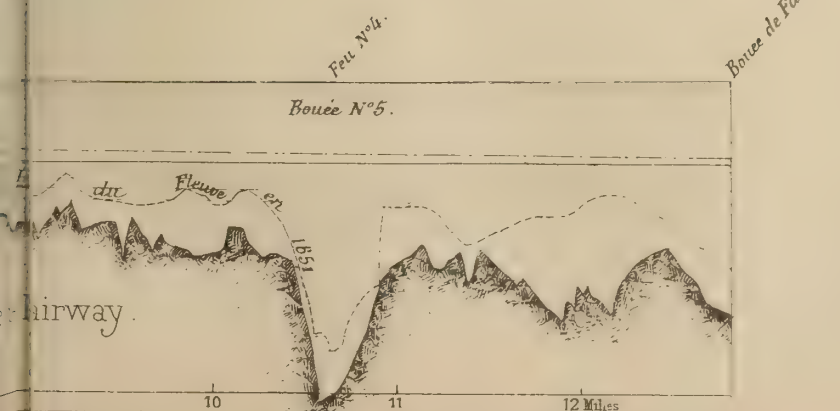
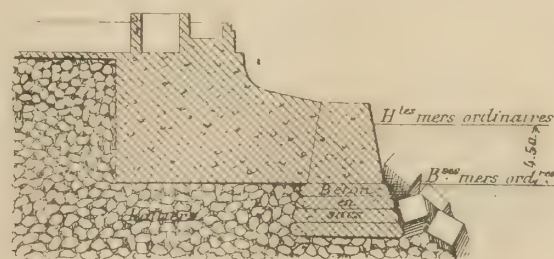


ECHELLES

Echelle pour les Fig. 1 & 2 et Echelle horizontale pour les Fig. 3 & 4	13
	1 000 000
Echelle verticale pour les Fig. 3, 4 & 5	2
	1000
Echelle horizontale pour la Fig. 5	38
	100 000
Echelle de la Fig. 6	52
	10 000
Echelle pour les Fig. 7, 8 & 9	175
	1 000 000

Fig. 9.

Coupe du brise-lames de South gare à la hauteur de la tête.



dans cette période, la mer se soit réduite des deux tiers. Buenos-Ayres, par exemple, qui était à 11 600 kilomètres de Bordeaux en 1830, n'en est plus aujourd'hui qu'à 3 870 kilomètres. New-York n'est plus qu'à 200 heures du Havre au lieu de 734 heures. La Corse, l'Algérie, comme le font voir nos dessins, se sont énormément rapprochées de la mère-patrie.

Un procédé graphique analogue, appliqué à l'accélération des voyages à l'intérieur du territoire français, montre que la carte de France a subi pour le voyageur une véritable réduction d'échelle depuis 200 ans. L'homme actuel a « chaussé des bottes de sept lieues », suivant la



FIG. 6. — Accélération des traversées maritimes entre la France et la Corse.

spirituelle expression du savant auteur de ces travaux, M. Cheysson : il se déplace vingt fois plus vite que ses pères, et si l'on admet que son cercle d'action se soit accru proportionnellement, ce cercle couvre aujourd'hui une surface quatre cents fois plus étendue qu'il y a un siècle. C'est ce que met en évidence la carte ci-jointe (fig. 5) où l'on voit, à chaque nouveau progrès dans la vitesse des transports, les principales villes de notre pays se rapprocher du centre, comme si la

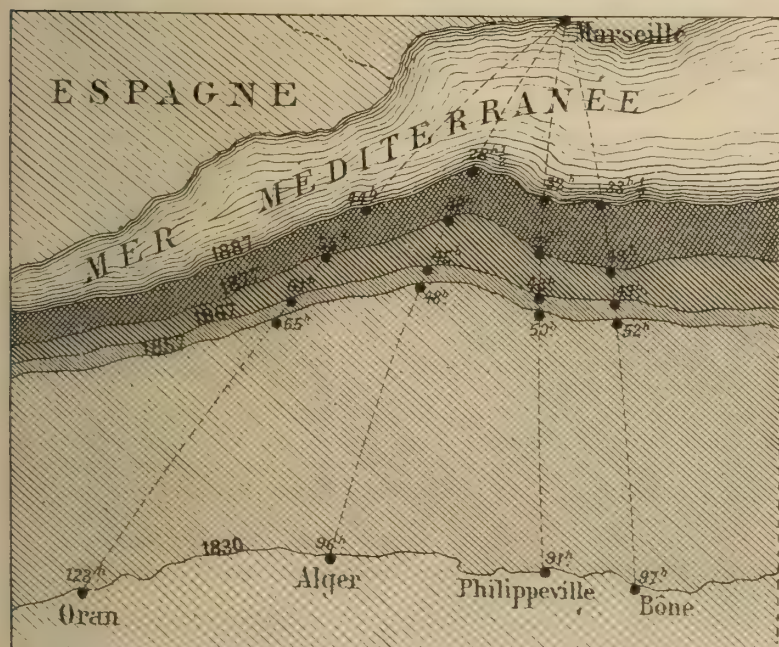


FIG. 7. — Accélération des traversées maritimes entre la France et la côte africaine

carte était rétractile et finissait par se réduire aux limites du département de la Seine.

Prenons, par exemple, le voyage de Paris à Bayonne. La ligne qui relie ces deux villes exprime le temps que l'on mettait à se rendre de l'une à l'autre au XVII^e siècle ; il fallait alors 338 heures. Ce voyage ne dure plus que 200 heures en 1782, 116 heures en 1814, 64 heures en 1834, 27^h 45^m en 1854, et aujourd'hui, avec nos trains rapides, 11^h 51^m, soit trente fois moins qu'à l'époque de Louis XIII.

Le prix des transports n'a pas subi, à la vérité, une réduction proportionnelle aussi forte que la durée des voyages. Cependant, il faut

constater aussi que ce prix s'est abaissé de 30 à 40 % depuis un siècle ; c'est un résultat qui vient, au point de vue de la facilité et du nombre des relations humaines, s'ajouter heureusement au précédent.

Nous bornerons ici les explications relatives aux deux planches spéciales de l'album de statistique dont les enseignements nous ont paru présenter un remarquable caractère d'originalité. Signalons cependant aussi, en terminant, les deux planches qui ont rapport à « la circulation à l'intérieur de Paris » et à « l'influence des transformations du matériel des omnibus sur leur fréquentation ». En ce moment, où la question du chemin de fer métropolitain de Paris est à l'ordre du jour et va bientôt enfin être résolue, espérons-le, rien n'est plus instructif que l'examen de ces documents et rien ne peut mieux servir de base certaine aux discussions. On y voit notamment la démonstration claire de ce fait que la circulation s'augmente immédiatement et dans une large mesure, avec la facilité des moyens de transport. Le remplacement dans Paris des anciens omnibus petits et incommodes à 26 et 28 places, par les grands omnibus à 40 places et les tramways, a correspondu partout à une affluence de public considérable. La comparaison avec les lignes non transformées montre que c'est à la transformation du matériel et non pas au progrès normal de la circulation qu'est attribuable la plus-value. Ce document permet donc d'affirmer *a priori* que le chemin de fer métropolitain de Paris aura sa circulation propre et trouvera ses voyageurs spéciaux sans diminuer en rien la circulation dans les omnibus et les tramways, qui lui serviront simplement d'affluents.

Le mouvement entraîne, en effet, le mouvement et ne saurait le paralyser. Il est indéniable, d'ailleurs, qu'une circulation active dans une grande ville correspond à l'activité des relations et des affaires. Nous engageons en conséquence les esprits que les transformations déconcertent et que le progrès effraye, à se faire tout d'abord une opinion au sujet du chemin de fer métropolitain de Paris dans le bel album du Ministère des Travaux publics ; sans traiter la question, il en établit victorieusement le principe.

MAX DE NANSOUTY.

CONGRÈS

V^e CONGRÈS DE SAUVETAGE

Le V^e Congrès de sauvetage se réunira à Toulon du 8 au 12 avril 1890, sous la présidence de M. Lisbonne, directeur des constructions navales en retraite. Les ministres de la Marine et des Travaux publics ont accordé leur patronage à cette œuvre d'utilité publique, dont l'intérêt augmente tous les ans. Dans les précédents Congrès, on a étudié d'une manière générale les moyens de prévenir les accidents et de remédier à leurs suites ; à Toulon, on suivra une méthode inverse et on ne s'occupera que de quelques questions spéciales qui méritent une discussion approfondie.

La première de ces questions est relative aux abordages et aux moyens de les prévenir. Le président du Congrès s'est chargé de faire un rapport sur ce sujet, dont l'importance est telle, qu'il a motivé, à l'issue de la conférence de Washington, la création d'une Commission internationale permanente chargée de modifier le règlement de 1884 relatif aux collisions.

La deuxième question se rapporte aux tribunaux maritimes mixtes dont le baron Thomas de Saint-Georges Armstrong a demandé l'établissement, dans une communication très étendue faite au Comité d'organisation. M. Tarbouriech, docteur en droit, s'est chargé de résumer le mémoire de M. Armstrong et de poser des conclusions qu'on soumettra à l'approbation des membres du Congrès.

Plusieurs présidents de Sociétés de sauvetage ayant demandé la formation d'un syndicat de sauveteurs, une Commission étudiera la question, et si elle conclut à l'affirmation, elle proposera les voies et moyens de réaliser ce programme ; son travail sera l'objet d'une discussion approfondie dans une des séances générales du Congrès.

Le sauvetage à la côte, qui a été l'objet d'un beau travail par M. Ragirot, administrateur délégué de la Société centrale des naufragés, pour ce qui concerne la France, fera l'objet d'une étude analogue relative à ce qui se fait à l'étranger.

La section des incendies s'occupera des moyens à prendre par les communes à l'effet de se procurer le matériel nécessaire pour combattre les incendies. M. Charles Roche, avocat, président de la Société des sauveteurs de Toulon, s'est chargé de faire le rapport préliminaire relatif à cette question.

La section des accidents sur les voies publiques discutera les questions relatives au transport des animaux, dont l'étude n'a pas encore été faite.

La question des accidents du travail, dont M. Mamy a commencé en 1888 à entretenir les sauveteurs, sera reprise à Toulon. Grâce aux discussions qui ont eu lieu à l'occasion du Congrès des accidents du travail, bien des points ont été élucidés, et nous croyons faire œuvre utile en tenant nos adhérents au courant de ce qui a été fait jusqu'ici.

La questions des accidents produits par les eaux fluviales, qui, en 1888, a fait l'objet d'une conférence par M. Max de Nansouty, a également donné naissance à un Congrès spécial, celui de l'utilisation des eaux fluviales. M. de Nansouty fera connaître le degré d'avancement de la question.

Enfin, la discussion de l'assurance des gens de mer, qui n'a pu être faite en 1889, faute de temps, sera reprise par M. G. Hamon, qui, ayant reçu de nouveaux documents fort intéressants, remaniera complètement son rapport. Depuis quelques années, l'emploi de la vapeur combiné avec celui des câbles métalliques a permis, dans diverses circonstances, de quadrupler le salaire des marins. Il est permis d'espérer que la discussion de cette question permettra de mettre à la disposition de nos pêcheurs, un matériel perfectionné qui aura pour premier résultat de diminuer beaucoup le nombre des accidents et ensuite de permettre aux patrons de rémunérer assez grassement leurs marins pour qu'ils puissent s'assurer contre les accidents.

En 1889, nous n'avons pu faire toutes les expériences que nous avions annoncées. Nous les reprendrons à Toulon.

A l'occasion du Congrès, une exposition de sauvetage, d'hygiène, des accidents du travail et d'économie sociale aura lieu à Toulon.

E. CACHEUX.

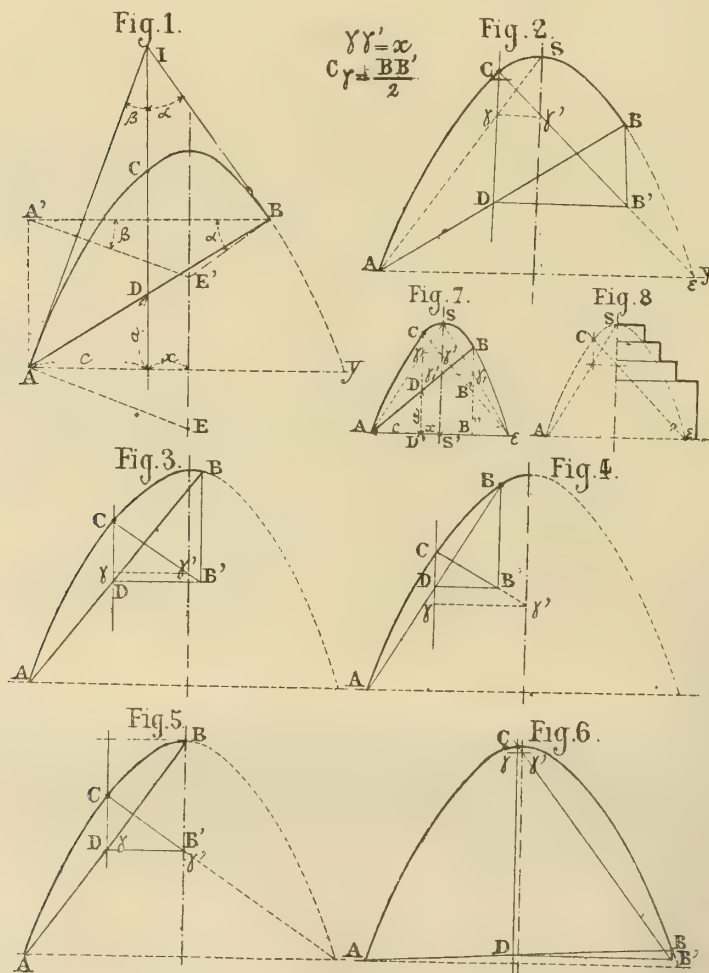
CORRESPONDANCE

SUR LE TRACÉ DES ARCS DE PARABOLE

Brunoy, le 1^{er} décembre 1889.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

La lecture de la note III bis du bel ouvrage sur la *Statique graphique* de M. Maurice Lévy, m'a conduit à un théorème que je crois nouveau. La construction géométrique qui en résulte pourra être, je crois, de quelque utilité dans les applications de la statique graphique.



THÉORÈME. — Étant donnés deux points A et B d'un arc de parabole, et le point C situé sur le diamètre conjugué de AB ; la distance de ce diamètre à l'axe est une quatrième proportionnelle entre la moitié de projection de la demi-corde sur le diamètre, la projection de la demi-corde sur un axe perpendiculaire à ce diamètre, et la partie du diamètre comprise entre la corde et le point conjugué C.

Démonstration. — Supposons l'axe déterminé par la méthode connue représentée figure 1.

Ses angles α et β , formés par les droites BE' et A'E' avec la droite AB

étant respectivement égaux aux angles formés par les tangentes BI et AI avec le diamètre ID, on doit avoir l'identité ci-dessous, en appelant x la distance du diamètre à l'axe, a et c la projection de la demi-corde sur le diamètre et sur une perpendiculaire à ce diamètre.

$$\tan \beta (c + x) = \tan \alpha (c - x);$$

d'où :

$$x = c \frac{\tan \alpha - \tan \beta}{\tan \alpha + \tan \beta};$$

mais :

$$\tan \beta = \frac{c}{2CD + a}, \quad \tan \alpha = \frac{c}{2CD - a};$$

on a donc :

$$x = \frac{c \frac{a}{2}}{CD}.$$

Cette équation se résout géométriquement par la construction indiquée (fig. 2).

Les figures 3, 4, 5, 6 montrent que le théorème est général.

Remarque I. — L'intersection de la droite Ay avec l'axe donne le sommet s de la parabole.

Remarque II. — L'intersection de la droite CB' avec Ay donne le point e symétrique de A.

Le théorème se démontre encore en s'appuyant sur le lemme suivant :

Lemme. — Dans toute parabole Ase (fig. 7), le point d'intersection γ de la droite AS avec un diamètre quelconque CD est tel que, si par la projection γ' de ce point sur l'axe et le point S on trace une droite, cette droite passe par le point e symétrique de A.

Lorsque le diamètre CD est conjugué de AB, on a :

$$B'e = 2\gamma\gamma', \quad B'B = 2c\gamma.$$

L'égalité $\gamma's' - \gamma_1's' = s\gamma_1' - s\gamma'$, et la considération des triangles semblables, conduisent à l'équation :

$$x = \frac{c \frac{a}{2}}{CD}.$$

Du lemme ci-dessus, on déduit la construction (fig. 8), pour obtenir un point c de la parabole Ase, correspondant à une abscisse déterminée. Bien que ce tracé rentre dans un bien connu, il est souvent plus avantageux, particulièrement dans la recherche des longueurs des semelles additionnelles d'une poutre.

Veuillez agréer, etc.

BEDAUX.

NÉCROLOGIE

M. A. DURENNE

Une des célébrités de la grande industrie parisienne vient de s'éteindre, à plus de 91 ans, et nous ne pouvons oublier que le chef de la famille des Durenne fut un de ceux qui lui donnèrent l'impulsion, qui, pendant les deux tiers du siècle firent la fortune et la réputation de la France industrielle.

Cette longue vie consacrée à un labeur fécond, est un des rares exemples de ce que peuvent les qualités de l'homme pour s'élever graduellement à la fortune et à la considération.

Fils de ses œuvres, M. Antoine Durenne sut comprendre les besoins de l'industrie naissante qui succéda à la gloire coûteuse du premier Empire.

Après le calme qui suivit la grande commotion sociale de la fin du siècle dernier, et du commencement de celui-ci, la France épuisée d'hommes et d'argent chercha par le travail à réparer les désastres dont l'avaient frappée vingt années de guerre sans trêve, suivies d'une invasion.

M. Durenne fut un de ces volontaires de la première heure, qui surent porter haut et ferme le drapeau de la gloire industrielle française.

Une nouvelle force, celle de la vapeur, qui devait transformer le monde, et les chaudières servant à la produire, furent les premiers agents industriels dont la puissance, pour ainsi dire illimitée, remplaça les forces naturelles, localisées ou restreintes.

Dans ce mouvement social, il sut choisir l'industrie qui donnait satisfaction aux besoins les plus pressants en se consacrant à la fabrication des chaudières à vapeur. Dans son usine de la rue des Aman-diers-Popincourt, il put à peine suffire aux incessantes commandes qui lui étaient faites, car il avait été obligé de tout créer.

Simple ouvrier chaudronnier, il est arrivé par son intelligence supérieure, son activité infatigable, son esprit d'organisation, et son économie, enfin avec l'aide de la compagne dévouée que tout jeune il avait associée à sa vie, à créer la première maison du monde, sinon par la quantité des chaudières livrées, car l'Angleterre dépassait la

France, sous ce rapport, du moins par la perfection et le fini du travail.

C'était à cette époque une grande responsabilité qui lui incombait, car les régulateurs et enregistreurs de la production et de la pression de vapeur n'étaient pas encore inventés, les tôles qui entraient dans la confection des chaudières et appareils de compression, n'avaient pas la régularité et l'homogénéité qu'elles ont aujourd'hui. Enfin, le système de chauffage à foyer, à carneaux ou à tubes intérieurs, n'étant pas encore dans la pratique, ne pouvaient rassurer contre les chances d'explosion, toujours imminentes dans les mains de chauffeurs ignorants ou négligents.

M. Durenne sut, tout en surveillant l'activité de sa production, inventer des appareils, des machines-outils pour simplifier le travail des cintruses, pour donner promptement et exactement aux tôles toutes les formes exigées, des poinçonneuses, des cisailles, etc. La grande industrie du gaz lui dut ses premiers gazomètres.

Ses deux fils ont suivi l'exemple de leur père, et ils soutiennent, malgré les difficultés du temps, sa bonne renommée dans l'industrie des métaux.

M. Durenne a pleinement joui de son œuvre pendant les années qui lui ont été réservées. Il s'intéressait sans cesse aux progrès industriels, et l'année de l'Exposition qui vient de se clore fut pour lui une grande jouissance, car il se sentait l'un des principaux auteurs de toutes ces merveilles enfantées par cette magique force de la vapeur qu'il avait su dompter.

Nous avons donné une rapide esquisse du grand industriel, nous le retrouvons dans sa famille et le cercle de ses nombreux amis, l'homme bienveillant, le père affectueux et de bon conseil, réunissant souvent chez lui ses enfants, petits et arrière-petits-enfants, leur montrant comment il faut vivre, égayant la conversation par une abondance inépuisable d'anecdotes aimables ou instructives.

Mais, hélas, la vie, quelque féconde qu'elle ait été par l'intelligence, quelque heureuse qu'elle soit par le cœur et par les hommages universellement rendus au mérite, doit avoir un terme, et il ne nous reste des parents et des amis que nous perdons, que l'exemple de leurs vertus et de leurs qualités, qui sont un enseignement dont la génération suivante doit savoir profiter pour son propre bonheur.

C. D.
Ingénieur.

INFORMATIONS

Le monopole des allumettes chimiques.

Le *Journal officiel* vient de publier le décret portant qu'« à partir du 1^{er} janvier 1890, le monopole de la fabrication et de la vente des allumettes chimiques sera exploité directement par l'État ».

Conformément aux dispositions de l'article 4 de la loi du 4 septembre 1871, les allumettes chimiques ne pourront circuler ou être mises en vente qu'en boîtes ou paquets fermés et revêtus d'une vignette timbrée.

En ce qui concerne les quantités composant, au 31 décembre 1889, les approvisionnements du commerce, un décret déterminera ultérieurement le délai pendant lequel l'écoulement pourra en être autorisé.

Les allumettes chimiques seront vendues, par les manufactures de l'État, en gros, par caisses entières composant, pour chaque commande, un poids minimum de 500 kilogr.

Les prix de vente ne sont pas modifiés.

Ajoutons qu'en exécution de la loi votée récemment par les Chambres, l'État a pris possession des usines de la Société générale des allumettes chimiques. Remise officielle a été faite aux représentants de l'État, des bâtiments et approvisionnements que possédait la Compagnie dans ses usines de Pantin, d'Aubervilliers, de Bordeaux, de Marseille, de Pont-à-Mousson, de Trélazé (Maine-et-Loire) et de Saintines (Oise).

Commission d'enquête pour le pont sur la Manche.

Par arrêté du 21 décembre 1889, le Ministre des Travaux publics vient d'instituer une commission chargée d'examiner la demande de MM. de Chaudordy et Stanhope, qui sollicitent la concession d'un pont sur la Manche, de procéder, à cet effet, à telles enquêtes qu'elle jugera opportunes, d'entendre les demandeurs dans leurs explications et, le cas échéant, de les inviter à formuler et à développer leur projet.

Cette commission est composée de :

MM. Émile BERNARD, inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur du service des phares, *président*; BELLOM, inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur du contrôle du Chemin de fer du Nord; Henri BERNARD, inspecteur général des Ponts et Chaussées, chargé, au Ministère de la Marine, de l'inspection générale des travaux hydrauliques; FENOIX, STOECKLIN, CARLIER et GRÉGOIRE, inspecteurs généraux des Ponts et Chaussées; FLAMANT, ingénieur en chef, professeur de mécanique appliquée à l'École des Ponts et Chaussées,

secrétaire; l'Ingénieur en chef du service maritime du Pas-de-Calais, *secrétaire*; RÉSAL, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, *secrétaire-adjoint*.

La demande de concession est basée sur l'avant-projet de pont de MM. Schneider et Hersent, dont le *Génie Civil* a donné dernièrement un compte rendu détaillé (1).

La trempe de l'acier.

Le *Dingler's Journal* indique les alliages suivants de plomb et d'étain, dont on connaît le point de fusion précis, comme particulièrement propres à communiquer aux objets en acier qu'on y plonge le degré voulu de dureté, sans offrir le danger de dépasser la température correspondante.

Pour la dureté d'acier convenable pour instruments de chirurgie, 1,75 partie de plomb et 1 d'étain; pour la dureté spéciale requise pour couteaux, burins, 2 parties de plomb et 1 d'étain; pour la dureté prononcée, convenable pour ciseaux, scalpels, etc., 3,50 parties de plomb et 1 d'étain; pour la dureté ordinaire pour rabots, haches, etc., 4,60 parties de plomb et 1 d'étain; pour la dureté inférieure, pour couteaux de table, gouges, 8,50 parties de plomb et 1 d'étain; pour la dureté médiocre, pour petits ressorts, pour scies fines, sabres, etc., 12 parties de plomb et 1 d'étain; pour peu de dureté, 35 parties de plomb et 1 d'étain; pour objets mi-doux, tels que scies grossières et grands ressorts, 1 partie de plomb et 1 d'étain.

Les météorites du Mexique.

M. Daubrée vient de communiquer à l'Académie des Sciences, au nom de M. del Castillo, le catalogue descriptif des météorites du Mexique dont on a vu à l'Exposition, au pavillon de ce pays, les moulages des douze plus grandes qui ont été recueillies.

Cette communication a donné lieu à d'intéressantes remarques sur les ruptures successives des météorites dans leur trajet à travers l'espace. Ainsi, les masses recueillies à Chupaderos, dans l'Etat de Cihuahua, ont la même forme et représentent de grandes plaques dont les longueurs sont respectivement de 2^m15 et 2^m50, avec des largeurs de 1^m10 et 2 mètres. Elles sont juxtaposées de manière à montrer que les nombreuses aspérités en saillie et en creux, placées en regard les unes des autres, se correspondent à peu près exactement. Ce sont évidemment, selon M. del Castillo, deux morceaux d'une même masse qui a été brisée. Cependant les deux blocs ont été trouvés à une distance de 250 mètres l'un de l'autre, et on estime que la rupture et la séparation ont dû avoir lieu lorsque la masse était déjà arrivée très près du sol.

Parmi les autres chutes du Mexique, il en est encore qui ont donné naissance à de nombreux fragments dispersés à des distances plus ou moins grandes: telle est celle qui a apporté deux des météorites de San Luis de Potosi, Descubridora et Catorce; mais celles-ci sont de moindres dimensions et peu distantes l'une de l'autre.

De même, les météorites, en nombre immense, trouvés dans l'Etat de Mexico, vallée de Toluca, proviennent d'un seul et même convoi. Le poids de chacune ne dépasse pas 50 kilogrammes, mais elle sont en grand nombre et les habitants de San Juan de Xiquipilco, sur une étendue d'une dizaine de kilomètres, en découvrent journellement encore, soit dans les champs à l'époque des cultures, soit dans les ravins creusés par les eaux après les fortes pluies.

Ces exemples de dispersions de fers météorites provenant d'une même chute, sur de grands espaces, ne s'étaient pas produits depuis celle du désert d'Atacama, aux environs d'Imilac, où des milliers d'échantillons de fer, avec nodules de piridot, d'un type très caractérisé et très uniforme, ont été recueillis sur des étendues considérables.

Conservation des cheminées en tôle.

Les cheminées en tôle sont devenues d'un usage très fréquent; elles ont cependant l'inconvénient d'exiger un entretien pour les préserver de la rouille, qui, sans cela, les détruirait très rapidement. L'*American Artisan* conseille de les peindre avec du coaltar et ensuite de les remplir de copeaux auxquels on met le feu. Le goudron brûle et se calcine en remplissant les pores du métal, et en formant une légère croûte de carbone adhérent qui empêche tout contact avec l'air et l'humidité. On cite une cheminée traitée par ce procédé en 1866 et qui n'a jamais eu besoin depuis du moindre entretien.

Conférence au Conservatoire des Arts et Métiers.

M. le docteur George, maître de conférences à l'Institut national Agronomique, fera, le dimanche 19 janvier, à 2 heures et demie, au Conservatoire des Arts et Métiers, une conférence sur l'*Hygiène de l'adolescence*.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XV, n° 23, p. 539.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LE MATÉRIEL DE L'INDUSTRIE TEXTILE A L'EXPOSITION

(Suite et fin¹.)

Systèmes spéciaux. — Parmi les appareils et systèmes exposés, applicables aux divers genres de métiers à tisser, nous signalerons principalement l'appareil de déroulement sans friction de la chaîne, de M. Ch. Lamouret; le procédé de M. le comte de Sparre, pour le tissage des étoffes façonnées par la mécanique Jacquard; le système de MM. Verdol et C^{ie}, pour la substitution du papier au carton dans le Jacquard; l'appareil multiplicateur des comptes de mécanique Jacquard, de M. Ferdinand Planchon; le métier circulaire à tisser toutes étoffes en manchon, de MM. Hurtu et Hantin.

L'appareil de déroulement sans friction de la chaîne, de M. Ch. Lamouret, est assez ingénieux. On sait qu'en fabrication le tissu s'enroule automatiquement; l'idéal d'une bonne marche serait que la nappe de chaîne se déroulât de même, en conservant toujours une tension régulière. Les systèmes de déroulement employés jusqu'ici sont de deux sortes: automatiques ou à friction. Les premiers permettent un déroulement sans secousses, mais leur emploi amène toujours une casse considérable de fils, surtout au moment de l'ouverture des lames, parce que, par suite des variations de numéro inévitables dans l'emploi d'une même partie de trame, le tissu absorbe plus ou moins de chaîne suivant les variations de grosseur de la duité. Les seconds, dans lesquels des chaînes ou des cordes font friction sur le plateau de l'ensouple, amènent un déroulement toujours irrégulier, les frictions ne cédant que par secousses après un nombre plus ou moins grand, et toujours arbitraire, de coups de battant.

Dans l'appareil exposé, la chaîne du tissu se déroule suivant les besoins, mais elle peut « reprendre », le cas échéant, car le système est à tension rétrograde. Sur le disque de l'ensouple (fig. 1), deux chaînes sans fin A et B s'enroulent, croisent et passent séparées sur deux galets supérieurs C et D et accouplées sur un

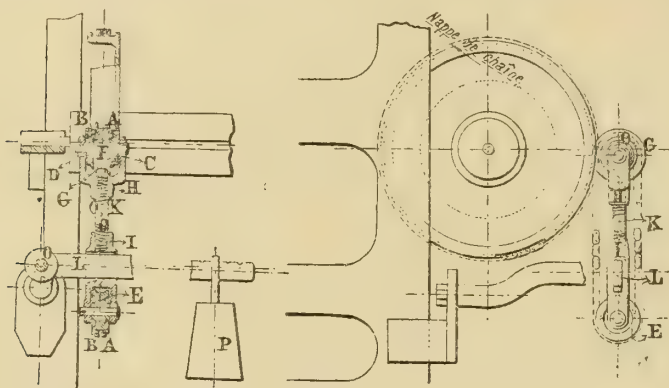


FIG. 1. — Appareil de déroulement sans friction.

galet inférieur E; les galets C et D sont fous sur l'axe F et séparés par une poulie à gorge G également folle et indépendante desdits galets; les joues de cette poulie appuient sur le disque du plateau de l'ensouple et suivent son mouvement de rotation. Les chaînes sont tendues à l'aide d'une vis K à filets gauche et droit permettant d'écarter et de rapprocher les supports porte-galet I et H; dans le support I passe le levier L ayant son point d'oscillation en O, sur lequel se déplace le poids P réglant la pression.

Le montage du système est très simple: le pas de vis étant fermé, pour donner aux chaînes un délai suffisant permettant de les faire entrer dans les gorges des poulies et du disque et de leur faire prendre la position indiquée dans le dessin, on agit ensuite sur le pas de vis pour serrer fortement les chaînes sur le disque. La position normale de l'appareil est celle où les centres des galets supérieurs et inférieurs du disque sont de niveau. On monte un appareil à chaque extrémité de l'ensouple.

Les procédés imaginés par M. de Sparre pour le tissage des étoffes façonnées par la mécanique Jacquard, méritent d'attirer l'attention. Lorsqu'une esquisse est prête à être envoyée au metteur en carte, l'inventeur la transfère sur une plaque en zinc, d'après le système que les typographes appellent gillotage, par lequel le dessin est produit en relief comme pour les revues illustrées. Un dessin ainsi préparé est mis dans sa machine, qui pique aussitôt les cartons à raison de 600 par heure, et en même temps, coup par coup, imprime sur un papier une mise en carte reproduisant le travail des poinçons qui ont percé les cartons.

La machine est composée d'une rangée horizontale d'aiguilles ou touches très rapprochées (il y en a 1 000 sur 50 centimètres); la plaque en zinc gravée, placée devant elles, en est approchée pour qu'elles soient repoussées par les reliefs et laissées en repos par les creux; en même temps qu'elles sont repoussées, les touches atteintes, opèrent automatiquement un mouvement en arrière des crochets dans un jacquard

dont les arcades sont attachées aux poinçons d'une machine à piquage accéléré, de façon que lorsque les griffes du Jacquard se lèvent, elles relèvent en même temps tous les poinçons correspondants aux crochets non repoussés. Pendant ce temps, chaque carton est placé de la manière ordinaire dans la machine à piquer, la fourchette est tirée et le piquage se fait; mais en même temps s'imprime sur un papier une rangée de pointes carrées semblables à celles de la mise en carte ordinaire, indiquant chaque trou effectué sur le carton, grâce à un embranchement de chaque arcade conduisant à une imprimerie. Pendant cette dernière opération, la plaque gravée est déplacée automatiquement d'un cran correspondant à la ligne suivante sur une mise en carte, et le travail recommence avec une vitesse de 8 à 10 cartons à la minute: une machine peut piquer environ 6 000 cartons par jour, tous contrôlés par la feuille de mise en carte qui s'exécute en même temps.

Il est incontestable qu'envisagé au point de vue de la confection seule des cartons, ce système présente un intérêt réel, au moins pour certains tissus tels que les damas, damassés et autres du même genre, fabriqués par une seule trame et une seule chaîne. M. de Sparre a renoncé à appliquer directement son appareil aux mécaniques des métiers à tisser, et en cela, il a agi sagement, car ses procédés sont trop délicats pour être employés par les ouvriers tisserands eux-mêmes, et la suppression de la mise en carte et du lisage constitue déjà un résultat suffisamment appréciable. Il est probable que si l'on avait restreint de la même manière les combinaisons électriques imaginées par Bonelli et autres, on serait également arrivé à des résultats utiles. Il sera difficile, semble-t-il, de réaliser, pour agir sur les aiguilles des mécaniques Jacquard, des organes plus simples, plus précis et plus faciles à conduire que les cartons dont on fait actuellement usage: les perfectionnements apportés aux crochets et au mode d'action des aiguilles, combinés avec une meilleure construction des mécaniques Jacquard elles-mêmes, ont permis de réduire considérablement les dimensions et même l'épaisseur des cartons, et tout porte à croire que c'est une erreur d'aller au delà de ces résultats. Quant à l'adjonction d'organes additionnels, toujours délicats, et que l'on ne pourrait pas confier à des ouvriers travaillant en dehors d'ateliers bien surveillés par de bons contre-maitres, ne rend-elle pas illusoire les avantages restreints qui résulteraient d'une réduction plus grande encore des cartons?

MM. Verdol et C^{ie}, pour économiser la dépense des cartons du jacquard, emploient simplement le papier et obtiennent ainsi de bons résultats. Nous n'avons pas à décrire ce procédé, qui est bien connu et qui fonctionnait déjà, mais pour la première fois, à l'Exposition de 1878. On sait que M. Verdol a pu continuer sa méthode, là où tant d'autres avaient échoué, notamment M. Pinel de Grandchamp, parce que son appareil ne sert plus à refouler les aiguilles mêmes du jacquard, mais des tiges beaucoup moins lourdes qui se déplacent légèrement de leur position verticale sans résistance appréciable.

L'appareil multiplicateur des comptes de mécanique Jacquard, de M. F. Planchon, permet, quels que soient le montage d'un métier, la division de la mécanique, la réduction du tissu ou l'étoffe à fabriquer, de doubler, tripler, à volonté le nombre des crochets d'une mécanique et d'exécuter sur un empoutage de plusieurs chemins des dessins sans répétition sur toute la largeur desdits chemins. Il est mû par la mécanique Jacquard elle-même et lui emprunte un certain nombre de crochets égal au nombre des chemins de l'empoutage. Chacun des éléments qui le composent, tous semblables et variant en nombre pour chaque cas particulier avec celui des chemins empoutés sur un métier monté, est formée de deux plaques de cuivre directement superposées et percées chacune d'un même nombre de trous, identiques à ceux d'une planche d'arcade; ces plaques sont ajustées de façon à ne former qu'une seule, mais la plaque inférieure est fixe et celle supérieure est mobile. Toutes les arcades passées dans la planche d'arcade traversent les trous de ces plaques dans l'ordre indiqué par l'empoutage. L'action des éléments du multiplicateur a lieu lors du passage des cartons sur le cylindre de la mécanique.

Nous classerons encore dans la catégorie des systèmes spéciaux du tissage, le métier circulaire à tisser toutes étoffes en manchon, de MM. Hurtu et Hantin. Ce métier fonctionne avec mécanique-armure ou avec mécanique Jacquard, à une ou plusieurs navettes et pour tisser une ou plusieurs pièces, découpées ensuite suivant un pas hélicoïdal. Des couteaux, convenablement disposés, tranchent une nappe circulaire et horizontale d'étoffe, qui est produite par les organes connus des métiers ordinaires, distribués autour d'un bâti cylindrique. Le découpage hélicoïdal se prête à toutes les combinaisons des entrelacements unis et façonnés; mais les fils, au lieu d'être, les uns verticaux, les autres horizontaux, présentent, d'un bout à l'autre du tissu, une obliquité qui va jusqu'à 45 degrés.

Machines préparatoires. — Parmi les machines préparatoires pour tissage qui étaient exposées, nous signalerons notamment l'encolleuse pour coton de la Société Alsacienne de constructions mécaniques; la machine à ourdir, encoller, sécher et monter les chaînes de la Sächsishe Webstuhlfabrik, et les diverses machines de M. Ryo-Catteau.

L'encolleuse pour coton de la Société Alsacienne de constructions mécaniques diffère de celles généralement employées, en ce que les cylindres et les tambours sècheurs sont commandés sans intermédiaire de friction entre les rouleaux d'appel d'avant et les cylindres encolleurs. La bache à colle est à deux compartiments, dont l'un d'avant-cuisson, qui

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 46, p. 349; tome XVI, n° 6, p. 164; n° 7, p. 177; n° 8, p. 204; n° 9, p. 228, et n° 10, p. 241.

reçoit la colle crue; un tuyau barboteur et un agitateur amènent le mélange à la température et au degré d'homogénéité voulus; deux injecteurs envoient la colle dans la bache proprement dite, où elle est maintenue en ébullition au moyen de trois tuyaux à vapeur. Un mouvement de broissage à course réduite et marchant à une grande vitesse est appliqué à la machine.

Les tambours sècheurs sont construits pour une pression d'essai de 4 kilogr. La buée qui se forme dans la partie supérieure de l'enveloppe est enlevée directement par une cheminée d'appel; deux ventilateurs latéraux aspirent celle produite dans le bas et la refoulent dans la même cheminée. Cette manière d'enlever l'air chargé d'humidité et d'empêcher le rayonnement qui existe dans les autres machines, doit, à notre avis, permettre d'augmenter d'une façon très sensible la vitesse de l'encolleuse sans accroître la pression de la vapeur dans les tambours.

Dans la machine à ourdir, encoller, sécher et monter les chaînes de la Sächsishe Webstuhlfabrik (fig. 2), l'ourdissage se fait à l'aide d'un cahier qui peut recevoir un nombre quelconque de fusées ou bobines, selon les calibres et formes demandés : la croisée est formée par le rot, devant lequel se trouvent placés deux rouleaux mobiles qui peuvent être approchés pour retenir la chaîne et faciliter la recherche des fils perdus, puis d'un ourdissoir dont le tambour horizontal est muni d'un compteur qui arrête la machine lorsque la chaîne est à la longueur désirée. Quand la chaîne est complètement ourdie, elle est reprise par une ensoupleuse fixée à l'ourdissoir; l'ensouplage terminé, l'ourdissoir devient libre et peut immédiatement recommencer un autre travail, tandis que l'ensouple qui contient la chaîne est transportée dans des coussinets mobiles placés devant la machine à encoller. L'encollage se fait sans immersion de la chaîne, afin de conserver

un arbre horizontal garni d'ailettes. Chacune des lames est tenue en équilibre par un fil de chaîne : si l'un quelconque de ces fils vient à casser, la lame correspondante bascule sous l'action de son contre-poids, rencontre l'une des ailettes de l'arbre tournant qui l'entraîne au contact du cadre mobile; ce dernier, dévié de la situation normale, entraîne à son tour le levier de débrayage et détermine l'arrêt immédiat de l'ourdissoir. Signalons aussi le râtelier de cette machine, dont le caractère distinctif est la fixité des bobines; le déroulement du fil s'effectue à la périphérie sans rotation de l'axe.

APPAREILS DE PRÉCISION

Groupe VI (Classes 54 et 55).

Nous mentionnons ici particulièrement les appareils de débrayage électrique pour métiers à tisser et à bonneterie de M. C.-A. Radiguet, les dynamomètres pour tissus de MM. Henri Danzer et Perreau, la tournette à échantillonner de MM. Offroy et Pfeiffer, et l'examineur mathématique du fil de MM. Piat et Pierrel.

M. C.-A. Radiguet applique aux divers métiers de bonneterie un système de débrayage électromagnétique du moteur, actionné suivant des dérivations par l'un ou l'autre des divers contacts appropriés aux accidents survenus et désignés sous les noms significatifs de *casse-fils* (assurant l'arrêt des métiers dès qu'un fil vient à casser), *révéléur d'aiguilles chargées* (produisant l'arrêt dès que les mailles ne sont plus renvoyées par l'aiguille et s'accumulent sur son bec), et *révéléur de mailles coulées* (avertissant de la même façon dès qu'une maille coule ou qu'il se présente une coupure, un trou ou une irrégularité quelconque dans le tissu). L'appareil de débrayage

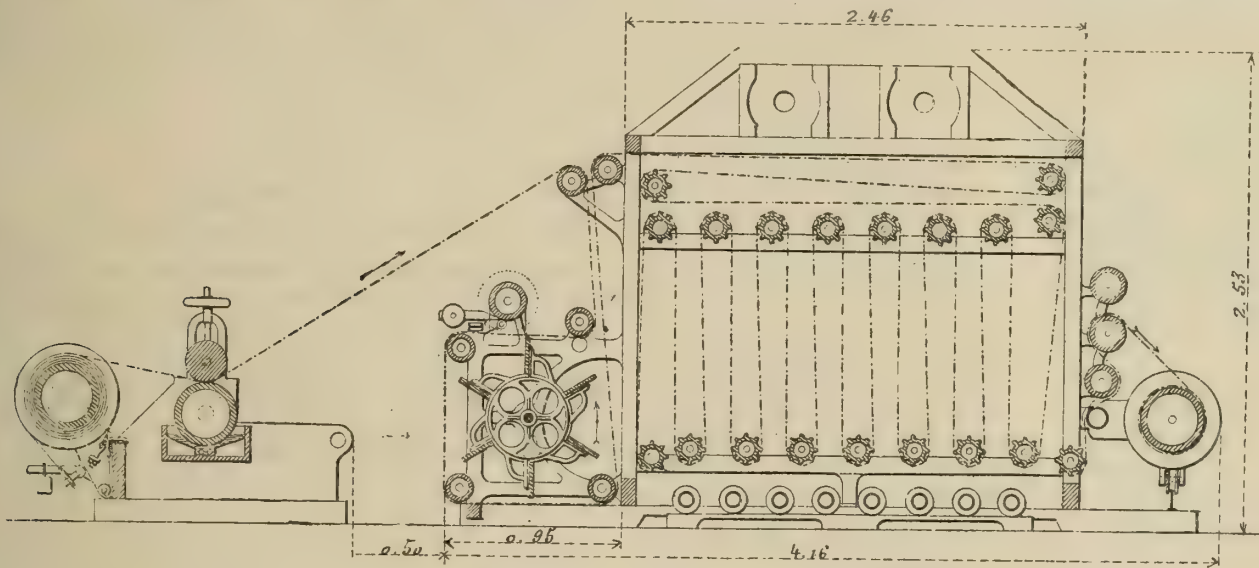


FIG. 2. — Machine à ourdir, encoller, sécher et monter les chaînes.

aux fils toute leur torsion : la machine est munie de deux énormes cylindres en fonte, placés l'un au-dessus de l'autre, dans lesquels se trouve un baquet mobile avec mouvement pour toujours maintenir la colle en contact avec le cylindre; le cylindre inférieur apporte à la chaîne la quantité de colle nécessaire à son encollage, le cylindre supérieur égalise la colle et rend au baquet celle enlevée en trop. En sortant de la machine à encoller, la chaîne passe autour d'un ventilateur placé en avant de la chambre à sécher; cette opération a pour but de refroidir la colle de la chaîne, afin qu'elle ne soit plus liquide et qu'elle entre dans la machine à sécher dans les meilleures conditions. La chambre à sécher a ses coussinets disposés pour recevoir la chaîne verticalement ou horizontalement, ou partie horizontalement et le reste verticalement. De la chambre à sécher, la chaîne passe sur l'appareil à ensoupler, muni de coussinets mobiles, afin de pouvoir recevoir des ensouples de toute largeur; la tension de la chaîne est régularisée par une commande à friction.

Nous avons enfin à citer MM. Ryo-Catteau, dans l'exposition desquels nous avons relevé une cannetière et un ourdissoir.

Leur cannetière est surtout caractérisée par l'application du casse-fil bien connu de ces inventeurs. L'ensemble des modifications qui résultent de ce perfectionnement a pour but d'assurer la régularité du fonctionnement et de faciliter la rattache des bouts cassés, quels que soient le numéro et la nature du fil; de plus, cette machine se transforme aisément, soit en doubleuse en 2, 3, 4 fils et davantage, soit en métier continu à retordre, toujours avec casse-fil.

L'ourdissoir exposé par les mêmes constructeurs est caractérisé par la présence d'un système de guide-fil débrayeur, dont le dispositif est simple, qui exige peu de place et permet d'accélérer la vitesse des machines, puisque les ruptures de fil ne peuvent échapper au personnel. En travers de cette machine sont placés parallèlement deux rots extensibles, identiques, comportant un égal nombre de broches, et mus par la même vis de réglage, de sorte que les intervalles des broches se correspondent toujours exactement. Dans ces intervalles jouent des lames métalliques très minces, articulées sur une tringle en fer et munies à la partie inférieure de languettes ou contre-poids; en dessous est disposé un cadre oscillant, de même largeur que le double rot; en dessous également, mais un peu en arrière, tourne

consiste simplement en un électro-aimant dont l'armature laisse échapper, quand elle est attirée, un levier à crochet qui bascule, et permet ainsi à un second levier à fourchette, repoussé par un ressort antagoniste, de déplacer sur l'axe de commande le manchon d'embrayage, et de laisser la poulie folle. Les contacts à ressorts, dits casse-fils, renfermés dans une boîte en corne, sont actionnés par la chute de l'un ou de l'autre de plusieurs leviers à crochets soutenus par les fils du métier à la sortie de leurs bobines alimentaires. La rupture d'un fil et la rotation du crochet correspondant, assurée d'ailleurs par l'action d'un petit ressort antagoniste, déterminent, par l'intermédiaire d'un petit axe coudé rencontré dans la chute, la rotation d'un doigt fixé sur cet axe et assurent le rapprochement des ressorts de contact, la fermeture du circuit et le débrayage du moteur. Une sonnerie d'avertissement, avec tableau indicateur, complète utilement l'installation. La remise en marche s'effectue à la main. Les contacts varient de forme suivant la nature des accidents; les uns résultent d'un frottement exercé sur une console par la flexion d'une aiguille trop chargée; d'autres sont produits par la rotation d'un doigt métallique frottant sur le tissu, et entraîné dès qu'il rencontre une maille coulée, un trou ou un défaut analogue de fabrication.

Le dynamomètre pour tissus de M. H. Danzer, se recommande surtout par sa commodité : une simple lecture donne le résultat de l'essai, grâce au déplacement d'un curseur, et l'on y peut suivre aisément tous les détails d'une épreuve. C'est le seul instrument qui existe d'aussi petites dimensions pour l'opération si souvent nécessaire de l'essai de résistance des étoffes à l'arrachement, et qui soit portatif de façon à pouvoir être mis dans la poche et utilisé à tout instant.

Le dynamomètre de M. Perreaux existe depuis plus de vingt ans. Ce volumineux appareil est celui qui est employé dans toutes les adjudications de tissus; nous n'en décrivons pas à nouveau le mécanisme.

La tournette à échantillonner de MM. Offroy et Pfeiffer, est un appareil classique auquel les constructeurs ont ajouté un guide-fil épura-teur. Il se compose d'un volant portant six rayons de même longueur, et dont l'axe est muni d'une manivelle d'un côté, d'une vis sans fin de l'autre. La vis sans fin engrène avec une roue portant un taquet qui fait agir une sonnerie. L'appareil est calibré de façon que le

taquet n'arrive à la sonnerie qu'après un enroulement d'un nombre exact de mètres déterminé par avance. Les fils passent dans des crochets qui correspondent à chacun d'eux et vont s'enrouler distinctement sur le volant, auquel on imprime un mouvement de rotation continu au moyen de la manivelle. Le guide-fils épurateur a pour but de faire tomber les boutons et feuilletes que la carte a laissé subsister.

Enfin, l'*examineur mathématique du fil* de MM. Piat et Perrel, a pour but de déterminer la résistance des fils. Un levier AB (fig. 3), supporté par un axe *a*, porte à son extrémité inférieure B un poids connu, soit un kilogramme. A l'extrémité supérieure A passe le fil à

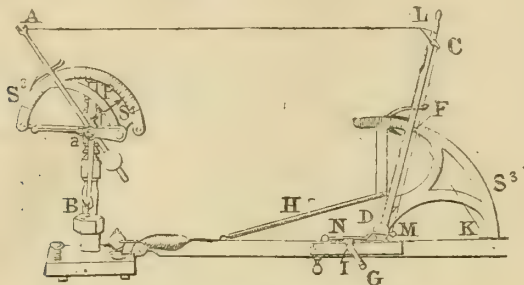


Fig. 3. — Examineur mathématique du fil.

éprouver sur une longueur de deux mètres. La contre-partie se compose d'une tige CD mobile autour de son axe D; cette tige est maintenue perpendiculairement et est sollicitée par un ressort H. En faisant tourner la manivelle G, la ficelle FKI s'enroule autour de la petite poulie I, et la tige CD s'incline contrairement à l'action du ressort H. A l'état de repos, la distance de A à C est de 1 mètre; pour faire un essai, il faut un bout de fil d'au moins deux mètres, de façon que le milieu passant par le crochet A, les deux extrémités se trouvent reliées et attachées en C, qui porte à sa partie supérieure une disposition spéciale. Il est indispensable, pour que l'appareil fonctionne, de faire passer le fil au-dessus du petit levier L, mobile autour de son axe; par le fait de la pression du fil en L, le levier LCMN lève un arrêt placé en N et permet à la manivelle G de fonctionner. Les deux parties de l'appareil sont reliées entre elles et supportées par une règle YZ qui maintient l'écartement de 1 mètre et permet de poser l'appareil sur une table. Cette règle YZ peut ou se déplier ou se démonter pour se loger plus facilement.

Ceci établi, il est facile de se rendre compte du fonctionnement de l'appareil et de l'utilité pratique des indications qu'il fournit. Le fil à éprouver passe par A, et ses deux extrémités sont réunies et attachées en C, comme nous venons de le dire. En tournant la manivelle G, il se tend de A à C; la tige A s'incline, et l'aiguille P, actionnée par le petit pignon *a*, s'incline le long du cercle S³, qui porte une graduation indiquant en grammes le poids supporté par le fil au moment où il se casse. C'est à ce moment précis de la rupture, qu'agit l'arrêt N et qu'il est absolument impossible de faire avancer d'une quantité, si petite qu'elle soit, la manivelle. L'« à-coup » qui a lieu dans les machines existantes au moment de la rupture du fil, force la main à avancer si peu que ce soit, et l'indication de la résistance se trouve être faussée. Cette première observation donne mathématiquement la force du fil, puisqu'elle indique le poids supporté par lui au moment où il est rompu; la deuxième partie de l'appareil est destinée à déterminer la tension de ce même fil, c'est-à-dire à indiquer de combien il peut s'allonger avant de se rompre. En s'inclinant le long du cercle S³, l'extrémité du rochet adapté à la tige CD marque sur les divisions de ce cercle la course qu'elle a faite jusqu'au moment de la rupture; et enfin, pour avoir très exactement l'allongement du fil, il suffit de retrancher du parcours fait par la tige CD sur le cercle S³ le parcours fait pendant le même temps par la tige Aa, parcours indiqué sur le quart du cercle gradué S³ par l'extrémité du rochet adapté à cette tige. Les graduations indiquées en grammes sont calculées avec un poids de 1 kilogr. au levier B; suivant les circonstances et le plus ou moins de résistance des fils à éprouver, ce poids peut être ou augmenté ou diminué, et les indications sont alors proportionnelles au poids employé pour l'essai.

PIÈCES DÉTACHÉES

Groupe VI (classes 14 et 15).

Les exposants de pièces détachées étaient nombreux au Champ de Mars. C'est que dans l'industrie textile, les détails ont parfois grande importance, et là surtout, le rendement et la bonne marche d'une machine sont souvent assurés par la présence d'un accessoire bien construit.

Les *rubans de carte* étaient représentés par diverses maisons de Rouen, de Roubaix, de Caudebec, de Meulan, de Reims, de Vivier-Guyon, de Lille.

Chacun en exposait une collection des plus complètes, en fer ou acier trempé, suivant le cas, en numéros les plus divers, avec des pointes fixées suivant les modes de boutage les plus différents (à chemin, simple chainette, à tête d'épingle, à côtes doubles ou simples, etc.), sur les tissus les plus variés (cuir, caoutchouc, styholine, bourrages superposés, etc.), et pour les divers organes des machines à soie, laine ou coton, qui exigent leur emploi (briseurs, tambours, peignes, détacheurs, déboueurs, rouletabosses, doffers, etc.).

D'autres maisons exposaient des *peignes à tisser*. Ici la série était tout aussi complète et variait à l'infini suivant les divers genres de fabrication : peignes-envergures, peignes de guide et d'ourdissoirs, peignes pour encolleurs mécaniques, peignes-râteaux pour articles de Paris,

peignes-éventails pour bretelles, en deux pièces, avec dents diminuées, peignes pour chenilles avec dents à plat, peignes pour tissus perle fantaisie, etc.

Les mêmes fabricants exposaient généralement des *lames, lisses et remises* de toutes sortes : lames vernies à mailloins et œillets, lisses sans nœuds ni coudues de fil au mailloin fixes et mobiles, lames à disposition pour armure et linge de table, remises à cristelles fixes et mobiles, lames et lisses métalliques blanches, etc.

Les *aiguilles de métiers à bonneterie* étaient exposées par un certain nombre de fabricants. Là encore les types étaient nombreux et variés : aiguilles pour métiers hollandais, Ribbing, Mège, Tailbouis, Saxe, Linard, Cotton, rectilignes, français, anglais et circulaires; poinçons avec ou sans boutons d'arrêt, pointus ou moussus, poinçons à pli élevé, poinçons de griffe pour revers, ressorts de grille pour métiers, etc.

Des *taquets* de métiers à tisser figuraient dans l'exposition de M. Xavier Depierre. Ces taquets sont en buffle, d'une seule pièce; le buffle est supprimé au-dessus de la tringle, sauf la quantité nécessaire pour le passage de celle-ci; il en résulte la disparition totale des oreilles de taquet, qui ont toujours jusqu'ici laissé à désirer par suite de leurs fréquentes ruptures.

Un certain nombre de fabricants exposaient les différentes pièces de rechange des métiers à bonneterie : platines, dents de mailleuses, etc.; d'autres, des navettes; d'autres des plombs, fuseaux, mailloins, dé-trancanoirs, etc.; d'autres encore, des rouleaux d'ensouple; d'autres enfin des bobines, canettes, cartons, roquets pour moulins à soie, etc.

Mais il faut nous borner, et nous ne pouvons indiquer ici tous les perfectionnements de détails appliqués aux accessoires qui étaient exposés. Nous avons voulu surtout, dans cette étude rapide du matériel de l'industrie textile, indiquer quelle grande place occupe dans l'activité générale la transformation mécanique en fils et tissus des fibres animales et végétales, et montrer les principaux perfectionnements mis en vedette par l'Exposition dans l'ensemble de ces machines spéciales et souvent compliquées.

ALFRED RENOUARD,
Ingénieur-expert.

CORRESPONDANCE

De l'instabilité des nouvelles couleurs en teinture.

L'Exposition universelle, qui laissera dans le souvenir du monde contemporain la trace ineffaçable des merveilles enfantées par l'esprit humain, si elle a étonné ses visiteurs par les puissantes ou délicates machines qui se montraient à leurs yeux, telles que les machines soufflantes des grandes exploitations métallurgiques, ou les métiers à fabriquer la dentelle, les a également émerveillés par les trophées et les vitrines des étoffes de Lyon qui attiraient les regards, soit par le goût supérieur des dessins de leurs riches étoffes, soit par l'éclat ou la délicatesse de leurs nuances éblouissantes ou charmantes.

Malheureusement la plupart de ces séduisantes couleurs se ternissent rapidement à l'air ou à la lumière, et il faut bientôt mettre au rebut ou livrer au teinturier diten chiffons, de riches étoffes après un temps d'usage très court, pour leur redonner un aspect supportable.

Les façons des vêtements et des tentures et ameublements, aujourd'hui si dispendieuses, sont bientôt à recommencer pour ne laisser en définitive que des habits ou des meubles et rideaux reteinés.

Cet état de choses si préjudiciable au consommateur, qui ne peut acheter avec sécurité de belles étoffes de couleurs éclatantes ou fraîches, l'est, par suite, à l'industrie et au commerce.

Les villes de Lyon et de Saint-Etienne ont toujours conservé leur vieille réputation de goût dans le dessin et les armures de leurs étoffes; mais elles ont perdu confiance dans l'emploi de leurs belles couleurs; elles leur reconnaissent une telle fugacité, qu'elles n'osent plus, dans l'industrie courante, fabriquer d'étoffes de prix, certaines qu'elles sont des reproches mérités que leur attirerait la nécessité de mettre hors d'usage très promptement les tissus les plus beaux, les plus riches et les plus chers. Dès lors, ces villes renommées semblent abandonner, provisoirement il faut l'espérer, la belle et bonne fabrication qui avait fait leur réputation et leur fortune, pour produire des tissus à bon marché, dans lesquels la soie, ce filament lyonnais par excellence, n'entre plus que dans une proportion minime, et recouvre d'un voile trompeur une trame de coton qui constitue, en somme, la masse du tissu.

L'extrême altérabilité de la plupart des couleurs nouvelles, car on peut en excepter trois ou quatre seulement, est la principale cause des difficultés commerciales qu'éprouvent nos deux villes renommées.

Leurs artistes dessinateurs sont les mêmes, et ne sont pas déçus de leur ancienne réputation d'élégance extrême. Leurs tisserands apportent toujours le même goût dans les armures variées qu'ils savent associer si heureusement.

La soie, qui a subi une crise redoutable causée par la maladie des vers qui avait envahi le midi de l'Europe, et qui aujourd'hui n'est plus qu'un souvenir, la soie nous vient plus belle et plus brillante que jamais des vastes contrées de l'Extrême-Orient dont elle est originaire, et où elle conserve ses propriétés natives, améliorées encore par une éducation raisonnée.

Ces trois éléments : composition des dessins, tissage et matières premières, n'ont pas dégénéré. La teinture, seule, a cru pouvoir abandonner la solidité pour l'éclat des nuances; ses anciens teinturiers ont disparu, et ses étoffes, jadis si appréciées, rentrent aujourd'hui dans l'industrie commune, et s'abaissent à rivaliser de bon marché avec les produits allemands et suisses, tandis que les consommateurs riches du monde entier attendent de belles et bonnes étoffes qu'ils payeront comme des objets d'art.

Il est certain qu'un beau meuble ou une belle tenture vaut au moins

une faïence ancienne, plus ou moins authentique, qui est achetée cinq ou dix fois son poids d'or.

C'est à la chimie, qui a produit ces belles et fugitives couleurs qui ont amené ces séductions décevantes, c'est à la chimie à continuer les si heureuses découvertes de l'alizarine artificielle, des rouges et oranges de naphthol, en dotant la teinture nouvelle d'un bleu pur, ni violet, ni vert, d'un jaune également pur, ni orange ni vert, tous deux solides, c'est-à-dire résistant à la lumière, qui permettront de faire des violets, des bleus et surtout des verts brillants, et compléteront ainsi les éléments de la bonne teinture régénérée et améliorée par la beauté des nuances.

CH.-AUG. DECAUX.
Ingénieur.

L'EXPOSITION DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

L'enseignement technique faisait partie de l'exposition du ministère du Commerce et de l'Industrie. On sait qu'il comprend trois grandes divisions : l'enseignement technique *primaire* (pour l'industrie et pour le commerce), qui est donné dans les écoles d'apprentissage et les écoles primaires supérieures ; l'enseignement technique *secondaire*, qui correspond à l'enseignement donné dans les écoles d'Arts et métiers ; enfin l'enseignement technique *supérieur*, qui correspond à l'enseignement donné à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

L'enseignement technique se divise en deux parties : l'une théorique, l'autre pratique. Il forme aujourd'hui une direction spéciale. Le développement qu'il a pris en peu de temps augmente rapidement d'une façon très sensible. L'apprentissage à l'atelier, tel que nos pères l'ont connu, n'existe plus guère qu'à l'état d'exception. L'emploi de la machine-outil, qui peut être dirigée par des hommes sans grandes connaissances professionnelles, la division du travail née de la nécessité de produire vite et à bon marché, ont créé cette situation. Les écoles d'apprentissage, telles qu'elles sont formées depuis la loi du 11 décembre 1880, constituent déjà un utile progrès. Le décret du 17 mars 1888, qui établit sur des bases nouvelles les écoles primaires professionnelles, n'a pas tardé à produire les meilleurs effets. Dans les programmes des écoles placées sous le nouveau régime, l'enseignement technique tient une place importante ; et une inspection spéciale, confiée à des hommes compétents en matière de travail, fonctionne sans relâche. Enfin les nouvelles dispositions légales assurent une entière organisation des écoles primaires supérieures, bientôt transformées, toutes, en écoles techniques, pour l'enseignement industriel et commercial.

La direction de l'enseignement technique, au Ministère du Commerce, avait groupé pour sa part (classes 6, 7, 8) les expositions suivantes dans le Palais des Arts libéraux :

Conservatoire national des Arts et métiers. — Plans du Conservatoire. Règlements d'organisation. Catalogues des collections.

Ecole Centrale des Arts et manufactures. — Travaux graphiques. Albums. Modèles de travaux exécutés par les anciens élèves.

Ecoles nationales d'Arts et métiers d'Aix, d'Angers, de Châlons. — Travaux d'élèves.

Ecole nationale d'apprentissage de Dellys (Algérie). — Travaux d'élèves, dessins, etc.

Ces établissements relèvent directement et exclusivement du ministère du Commerce et de l'Industrie. Nous allons donner quelques renseignements succincts sur chacun d'eux, d'après les notes publiées par le *Journal Officiel* à l'occasion de leurs expositions.

Le Conservatoire des Arts et métiers, créé par un décret de la convention, aida puissamment à la consolidation de notre industrie, menacée par la concurrence étrangère et sur le point de décliner, sous la Restauration notamment. A cette époque, il devint urgent de substituer aux métiers manuels, aux petits ateliers, dont les produits étaient à la fois d'un prix trop élevé et en quantité insuffisante, l'emploi des machines et l'installation de grandes fabriques. Le Conservatoire fut d'un utile secours pour faire adopter progressivement cette transformation par les ouvriers et les industriels, en indiquant les moyens de l'effectuer, en démontrant la construction et le fonctionnement des machines nouvelles.

Plus tard furent organisés, au Conservatoire, des cours publics de sciences appliquées aux arts et à l'industrie. En premier lieu avaient été fondés : un cours de mécanique, un cours de chimie appliquée aux arts et un cours de chimie industrielle. Successivement multipliés, les cours publics du Conservatoire des Arts et métiers sont présentement au nombre de quinze : géométrie appliquée aux arts ; géométrie descriptive ; mécanique appliquée aux arts, constructions civiles ; physique appliquée aux arts ; chimie générale dans ses rapports avec l'industrie ; chimie industrielle ; chimie appliquée aux industries de la teinture, de la céramique et de la verrerie ; chimie agricole et génie rural ; filature et tissage ; économie politique et législation industrielle ; économie industrielle et statistique ; droit commercial.

Avec son organisation actuelle et son musée spécial, qui s'enrichit de jour en jour davantage, le Conservatoire constitue une haute école d'application des connaissances scientifiques et pratiques au commerce et à l'industrie. Ayant chez lui son exposition permanente, qu'il devait laisser complète, à l'usage quotidien de ses nombreux visiteurs, il ne figurait à celle du Champ de Mars que par des exemplaires de ses plans, de ses règlements et de ses annales.

L'Ecole Centrale des Arts et manufactures, fondée en 1829 par trois savants, MM. Dumas, Péciot et Olivier, avec le concours financier de M. Lavallée, qui en fut le directeur, devint établissement de l'Etat en 1837, par suite d'une cession désintéressée de la part des quatre fondateurs.

L'Ecole Centrale a conservé sa primitive autonomie financière. Non seulement le produit qu'elle tire de son enseignement suffit à tous ses frais d'entretien, mais elle a concouru pour près de 2 millions de francs, sur ses économies annuelles, à la construction du nouvel édifice où elle est aujourd'hui grandement installée. En outre, elle a pu disposer de plus de 500 000 francs pour la caisse de prévoyance de son personnel enseignant et administratif. Les Ingénieurs diplômés de l'Ecole Centrale ont partout une réputation dignement acquise. A l'étranger aussi bien qu'en France, le monde industriel les recherche de préférence et les tient en estime particulière. Les programmes de cette importante école ont été révisés en 1885 et complétés par la création d'un cours d'électricité en ses applications diverses pour la lumière et la force.

L'exposition de l'Ecole centrale, indépendamment du recueil de ses programmes et règlements, se composait d'intéressantes statistiques, de nombreux modèles ou reproductions photographiques des principaux travaux exécutés par ses anciens élèves.

Les écoles nationales d'Arts et métiers sont pour le moment au nombre de trois, situées à Aix, à Angers, à Châlons. Une quatrième est en construction à Lille.

La première de ces écoles, fondée en 1780 à La Montagne (Maine-et-Loire) par M. de Larochehoucault-Liancourt, fut transférée, après 1789, sous le nom de Prytanée français, au château de Compiègne. L'enseignement y était réservé aux enfants de troupe. Il se bornait à des leçons d'écriture et de calcul ; mais les élèves faisaient en même temps l'apprentissage d'un métier selon leurs aptitudes.

En 1803, réorganisation de l'établissement, qui fut alors dénommé « Ecole d'arts et métiers ». Les travaux manuels reçurent une plus forte impulsion ; les études scientifiques également.

La deuxième école, créée par décret du 1^{er} novembre 1811, fut primitivement installée à Beaupréau (Maine-et-Loire) et ensuite transférée à Angers, où elle est encore, mais en grand progrès comme la précédente. Il en est de même pour la troisième.

Destinées seulement, dans l'origine, à former des ouvriers habiles et instruits, les écoles nationales d'Arts et métiers fournissent aujourd'hui à l'industrie de bons contremaîtres, des chefs d'atelier et des directeurs de travaux. Elles ont un règlement et des programmes communs. Les programmes ont été révisés en 1885 et mis en harmonie avec les progrès de la science.

L'exposition collective des écoles d'Arts et métiers avait réuni par séries leurs plus importants travaux. On y a vu notamment une belle et intéressante collection de dessins, une machine à vapeur de la force de trente-cinq chevaux, de nombreuses machines-outils d'une exécution très soignée, un choix remarquable de modèles en bois, des travaux de fonderie, de forge et d'assemblage, etc.

L'école d'apprentissage de Dellys avait été fondée, en 1866, par le gouvernement général de l'Algérie, à Fort-National, où elle fut détruite lors de l'insurrection de 1871. Elle était destinée à initier les Kabyles aux procédés de la fabrication européenne. Depuis qu'elle est installée à Dellys, où elle a recommencé à fonctionner en 1881, on y reçoit les enfants des colons et des indigènes. L'enseignement est théorique et pratique. Théorique, il comprend la langue française, la lecture et l'écriture, l'arithmétique, l'histoire, la géographie, les éléments de géométrie, de physique, de chimie, de mécanique. L'enseignement pratique correspond aux métiers qui emploient le fer et le bois. L'école de Dellys fournit déjà de très bons ouvriers à l'Algérie.

Son exposition se composait de séries de travaux de fer et de bois, fort bien exécutés, et d'un grand meuble de style mauresque, ouvrage des élèves, qui servait de vitrine.

L'école d'horlogerie de Cluses, fondée en 1848, a été réorganisée en 1860, après la réunion de la Savoie à la France. Elle est à nouveau installée, depuis trois ans, dans un vaste établissement construit pour elle. Le nombre de ses élèves est de cent trente environ. Son but est de former des ouvriers instruits et de les exercer complètement aux divers travaux d'horlogerie. L'enseignement pratique est donné dans quatre ateliers. On y apprend tout ce qui concerne la fabrication, très exacte et très détaillée, de l'horlogerie moderne, ainsi que la construction des appareils en usage dans la télégraphie électrique. L'instruction théorique comprend l'arithmétique, l'algèbre, la géométrie, la trigonométrie, la mécanique, la cosmographie, la physique, spécialement l'électricité, le dessin des machines, le tout appliqué à l'horlogerie.

L'école de Cluses a contribué pour la plus grande part à la prospérité locale. En effet, la population horlogère de cette région, au moment de la création de l'école, était d'environ 650, et elle atteint aujourd'hui le chiffre de 4 000, dont la production dépasse 2 500 000 francs, somme qui représente presque entièrement le prix de la main-d'œuvre.

Les progrès de l'école d'horlogerie de Cluses se sont manifestés, à l'Exposition, par ses chronomètres, ses montres, ses pendules, par une remarquable série de mouvements, de pièces détachées, etc.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Après la clôture. — Depuis le 1^{er} janvier, deux nouveaux services de l'administration de l'Exposition ont été licenciés ; le service mécanique, dont M. Vigreux était le chef, et le service des sections étrangères.

Il ne reste donc plus en fonctions, à la direction générale de l'exploitation, que le service du cabinet, sous les ordres de M. Dupuich ; celui des sections françaises, qui est chargé du rapport général et de la tombola, et que dirige M. Monthiers ; enfin le service des installations, qui s'occupe actuellement de faire la monographie et le relevé des plans de l'Exposition qui figureront au rapport général.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 13 décembre 1889.

Présidence de M. BERTHELOT.

M. ENGEL, cherchant les relations qui peuvent exister entre la précipitation équivalente à équivalent des chlorures en solution saturée par l'acide chlorhydrique et les abaisséments moléculaires du point de congélation des chlorures également en solution saturée, fait remarquer que les abaisséments moléculaires des chlorures des métaux bivalents sont sensiblement doubles des abaisséments des chlorures des métaux monovalents.

M. BERTHELOT fait remarquer que l'action de l'acide chlorhydrique peut varier selon que la chaleur de formation du chlorhydrate de chlorure l'emporte sur celle de l'hydrate salin et sur celle de l'hydrate d'acide chlorhydrique; dans ce cas, il se forme un chlorhydrate. Si, au contraire, celle de l'hydrate d'acide chlorhydrique est supérieure aux deux autres, c'est cet hydrate qui se forme de préférence, en enlevant l'eau à la dissolution, qui laisse alors déposer le chlorure.

M. ENGEL, ayant essayé d'obtenir le divinyle par l'action du sodium sur le bromure de vinyle, a obtenu de l'acétylène et de l'hydrogène. Il fait remarquer, à ce sujet, que le chlore et le brome d'un carbone secondaire ou d'un carbone doublement lié à un atome de carbone voisin, tend à s'éliminer sous forme d'hydracide.

M. MAQUENNE signale un nouveau principe sucré, la β inosite $C_6H^{12}O_6$, qu'il a extrait de la pinite, en soumettant celle-ci à l'action de l'acide iodhydrique bouillant; il se dégage de l'iode de méthyle en quantité telle que l'on est conduit à attribuer à la pinite la formule $C_6H^{14}O_6$, ce qui en fait un isomère de la bornésite.

La β inosite se transforme, quand on l'oxyde par l'acide azotique, en acide rhodizonique ou tétraoxyquinone; sous l'influence de l'acide iodhydrique à 160°, elle donne du phénol comme l'inosite des feuilles de noyer; avec les acides acétique et benzoïque, elle fournit des éthers hexacides. Elle se distingue de l'inosite ordinaire par son point de fusion (247-248°), par son pouvoir rotatoire $\alpha_D = +65^\circ$ et par une solubilité beaucoup plus considérable.

La β inosite est également distincte du matézodambose, dont le pouvoir rotatoire est très faible, et du produit étudié par M. Tanret, qui est lévogyre.

La pinite qui a servi à ces recherches semble identique à la sennite ou cathartomannite de Dragendorff. Son pouvoir rotatoire est sensiblement plus fort que celui donné par M. Berthelot pour le produit original.

M. CH. COMBES rappelle les travaux de M. A. Girard sur les sucres de caoutchoucs. Les trois principes sucrés isomères extraits des caoutchoucs ont été traités par M. Girard par l'acide iodhydrique et lui ont donné de l'iode de méthyle et trois sucres isomères des glucoses, le dambose, le bornéodambose et le matézodambose, qui est dextrogyre.

Le dambose a été reconnu par M. Maquenne comme identique à l'inosite. M. Combes a pris le point de fusion du matézodambose pur et a trouvé 146°; il a déterminé le poids moléculaire par la méthode cryoscopique et a trouvé 171 au lieu de 180, poids moléculaire des glucoses; enfin il a reconnu que cette substance donne, par oxydation, les réactions de l'inosite.

Ces faits l'induisent à penser que la β inosite pourrait bien être identique au matézodambose, et devrait conserver ce nom.

M. TANRET a retiré de l'aspidosperma Quebracho un principe sucré, cristallisé en rhomboèdres, ayant un point de fusion et des propriétés identiques à celles de la pinite, mais avec un pouvoir rotatoire $\alpha_D = -8^\circ$. Ce sucre, non fermentescible, se dédouble, par l'acide iodhydrique, en donnant un corps lévogyre, possédant les réactions des inosites.

M. PH.-A. GUYE a trouvé une relation entre le poids moléculaire M d'un corps, son coefficient critique κ (rapport de la température critique absolue à la pression critique) et son pouvoir réfringent spécifique R, calculé par la formule en n^2 en désignant par f un facteur qui doit être le même pour tous les corps, et dont la valeur moyenne est voisine de 1,8. Cette relation est de la forme $\kappa = f/MR$. On peut la déduire des formules établies par MM. Maxwell, van der Waals et Laurentz. Étant donnée la forme de l'équation $\kappa = f/MR$, le coeffi-

cient critique doit suivre les mêmes lois que le pouvoir réfringent moléculaire MR; on peut, en effet, déterminer des coefficients atomiques critiques analogues aux coefficients atomiques de réfraction, et cette étude montre que le coefficient du carbone ne conserve pas toujours la même valeur, suivant le mode de liaison simple, double ou triple de cet atome. Il en est de même pour l'oxygène.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE
du Nord de la France.

Assemblée générale mensuelle du 28 octobre 1889.

Méthode de dosage rapide des impuretés de l'alcool.

— En ajoutant à de l'alcool pur du permanganate de potasse, tous les produits impurs sont oxydés, aussi bien ceux qui ont leur point d'ébullition au-dessus de l'alcool que ceux dont le point d'ébullition est plus bas. En ajoutant à des alcools de puretés différentes une même quantité de permanganate, ce dernier sera décomposé au bout d'un temps plus ou moins long. C'est sur cette durée de décoloration qu'est basée la méthode. Comme point de départ, on a commencé par établir les durées de décoloration avec des alcools types de pureté connue, et c'est par comparaison avec ces durées de décoloration que l'on établit la pureté des alcools que l'on essaye.

La solution de permanganate employée contient 1 décigr. de permanganate par litre d'eau. Pour faire l'essai, on verse 50° de l'alcool à essayer dans un petit flacon, et on en amène la température à 18° centigrades en chauffant un peu avec la main si c'est nécessaire. On introduit alors dans le flacon 2° de la solution de permanganate, et, la montre à la main, on observe la durée de décoloration du permanganate, ou plutôt la durée du passage de la couleur vineuse à la couleur saumon.

Ce procédé, d'une extrême simplicité, donne des résultats très satisfaisants et d'une approximation très suffisante pour les besoins des distillateurs, et a rendu de grands services à M. Mollet-Fontaine, auquel il a permis de découvrir le fait très intéressant que l'alcool recueilli dans les derniers plateaux supérieurs d'une colonne à distiller, est plus pur que l'alcool recueilli dans les serpents. Cette découverte a conduit M. Mollet-Fontaine à la construction d'un nouvel appareil à distiller.

La saccharine de Fahlberg. — La « saccharine », ou sucre de houille, est l'anhydride de l'acide orthosulfamidobenzoïque. C'est un dérivé du toluène obtenu par les opérations suivantes :

Le toluène traité par l'acide sulfurique se transforme en acide orthotoluolsulfurique.

Il se forme en même temps l'acide paratoluolsulfurique; l'acide méta étant très instable ne se forme pas.

Le premier, traité par la craie, donne le sel calcaire correspondant. En traitant ensuite par le carbonate de soude, on obtient le sel de soude, que l'on dessèche et que l'on soumet à l'action du perchlore de phosphore. On obtient ainsi le chlorure orthotoluolsulfurique qui est liquide et le chlorure para qui cristallise. L'ortho, séparé facilement, est traité par l'ammoniaque et donne la sulfamide du toluol qui se précipite. Le précipité recueilli est oxydé par le permanganate de potasse; on obtient ainsi l'orthosulfamidobenzoate de potassium, qu'on décompose par un acide énergique pour obtenir son acide; mais cet acide se dédouble immédiatement en eau et en son anhydride qui est la saccharine de Fahlberg, ou acide anhydroorthosulfamidobenzoïque.

L'usine de Fahlberg produit par jour 40 kilogr. de saccharine, poids qui, en raison de son pouvoir sucrant, correspond à 4 millions de kilogrammes de sucre de betterave.

Le prix de la saccharine varie de 150 à 300 francs suivant sa pureté et la forme sous laquelle elle est délivrée, poudre ou tablettes comprimées.

Les sels et les éthers de la saccharine sont aussi très sucrés. Ces derniers sont en outre aromatiques.

La saccharine est surtout employée pour saccharifier les glucoses. Elle sert encore pour masquer l'amertume de certains médicaments ou pour conserver les aliments. C'est aussi le sucre des diabétiques.

Son action physiologique a été diversement jugée et la question n'est pas encore résolue.

M. Schmitt croit que ce qu'il y a de mieux à faire pour le moment, c'est de considérer la saccharine comme un médicament et d'en interdire l'emploi industriel qui ne peut donner lieu qu'à des fraudes.

C'est d'ailleurs là aussi la conclusion de la plupart des gouvernements qui ont prohibé l'emploi de ce produit.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel pratique du fabricant d'alcools, par Ed. ROBINET. — Bernard-Tignol, éditeur. — Paris, 1890.

La Bibliothèque des actualités industrielles vient de s'enrichir d'un nouvel ouvrage qui s'ajoute heureusement à la série des guides et manuels pratiques qu'elle a déjà publiés. C'est le manuel du fabricant d'alcools, dû à un chimiste oenologue distingué, M. Robinet. Après un historique et une étude rapide de l'alcool et de ses diverses sources, l'auteur étudie les procédés de saccharification des diverses matières féculentes ou amylacées, depuis les céréales et les pommes de terre jusqu'aux châtaignes, aux marrons d'Inde et aux glands. Les matières saccharifiées sont soumises ensuite à la fermentation.

Après un exposé d'ensemble très bien fait de cette question, nous assistons avec l'auteur à l'étude des diverses fermentations alcooliques de la betterave, des grains, des pommes de terre, des mélasses.

L'extraction des alcools, leur rectification, leur épuration, ne constitue pas la partie la moins intéressante de l'ouvrage; une place spéciale est réservée à la fabrication du rhum, dont la consommation a pris aujourd'hui une si grande extension.

Enfin, l'auteur a consacré un dernier chapitre aux procédés d'alcoométrie et aux différents appareils d'analyse usités aujourd'hui, depuis l'ancien et classique alambic Salleron jusqu'aux nouveaux ébullioscopes qu'on emploie aujourd'hui dans les laboratoires d'analyses.

En résumé, le manuel pratique du fabricant d'alcools est un utile ouvrage et qui sera consulté avec fruit par les intéressés.

L'éclairage électrique actuel dans différents pays, par J. COUTURE, Ingénieur des Arts et Manufactures. J. Michelet, libraire-éditeur. — Paris, 1890.

Dans cette brochure, l'auteur, ancien directeur de l'exploitation du gaz et des hauts fourneaux de Marseille, passe en revue les installations d'éclairage électrique dans différents pays, à Milan, Rome, Paris, Saint-Étienne, Tours, Manosque, Perpignan, Marseille et New-York, et établit la comparaison de son prix avec celui du gaz. Le résultat de cette comparaison est plutôt, dans la pensée de l'auteur, favorable au gaz qu'à l'électricité. Il estime que, dans les conditions actuelles, les Compagnies gazières peuvent soutenir avec succès la lutte contre leur redoutable rivale, et qu'elles peuvent, en amortissant leur capital-actions et baissant considérablement le prix de vente du gaz, porter un coup sensible aux tentatives d'installation d'éclairage électrique.

La science amusante, par TOM-TIT. — Larousse et Cie, éditeurs, Paris, 1890. — Prix: 4 fr. 50.

Le livre de Tom Tit (A. Good, Ingénieur) est des plus intéressants. L'auteur nous fait assister, dans un langage à la fois simple et clair, bien à la portée des enfants, à cent expériences de science amusante, basées sur les lois élémentaires de la physique, et qui offrent pour caractère spécial de n'exiger ni instruments, ni produits. C'est avec les objets usuels, que l'on rencontre toujours sous sa main dans un ménage, des verres, des fourchettes, des bouteilles, des bouchons, des œufs, que peuvent se réaliser ces intéressantes expériences. Le jeune public à qui elles sont destinées leur fera certainement le meilleur accueil et se hâtera de les répéter. Il s'instruira en s'amusant, et c'est bien là le but que s'est proposé l'auteur et qu'il a très heureusement atteint.

AVIS. — L'Administration du Génie Civil se charge de procurer tous les ouvrages indiqués au compte rendu bibliographique. Envoyer le montant en un mandat de poste; le port en sus.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant: MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Chemins de fer : Chemin de fer à crémaillère du Mont-Pilate, p. 265 ; DANIEL BELLET. — Hydraulique : Système de barrage mobile à grande chute (planche XXVII), p. 268 ; G. RICHOU. — Mécanique : Moteur à gaz à trois cylindres, p. 271 ; L. MULLER ; — Outils à percussion pneumatique, p. 272. — Congrès : Congrès colonial, tenu à Paris, au mois de décembre 1889 (suite), p. 273. — Informations : Engrais de déchets de poissons, p. 274 ; — Tonneaux à bière en papier, p. 274 ; — Mouvement de la navigation des navires de mer dans le port d'Anvers, p. 274.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889 : La Maison J. Boulet et C^{ie} (Hermann-Lachapelle), p. 275 ; HENRI MAMY ; — Le Portugal et les colonies portugaises à l'Exposition universelle de 1889, p. 280 ; R. GENTILINI ; — La locomotive à voie étroite à l'Exposition de 1889, p. 281 ; GÉRARD LAVERGNE.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société chimique de Paris, séance du 27 décembre 1889, p. 284. — Société industrielle du nord de la France (novembre 1889), p. 284.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 284.

Planche XXVII : Barrage mobile à grande chute.

CHEMINS DE FER

CHEMIN DE FER A CRÉMAILLÈRE DU MONT PILATE

Les voies ferrées rendent de tels services par leur facilité et leur rapidité de transport, qu'on est tenté d'en mettre partout ; et, après avoir fait des voies aussi horizontales que possible, où une

n'aurait pas recours à un nouveau système : si la voie dépassait une certaine inclinaison, le remorquage du train devenait fort difficile et laborieux, la force d'adhérence n'étant plus suffisante, il y avait décomposition de la force du poids du train et tendance au glissement, au patinage ; et si l'inclinaison augmentait encore, cette tendance au glissement augmentait elle-même dans de telles proportions que le remorquage et le départ du train devenaient absolument impossibles.

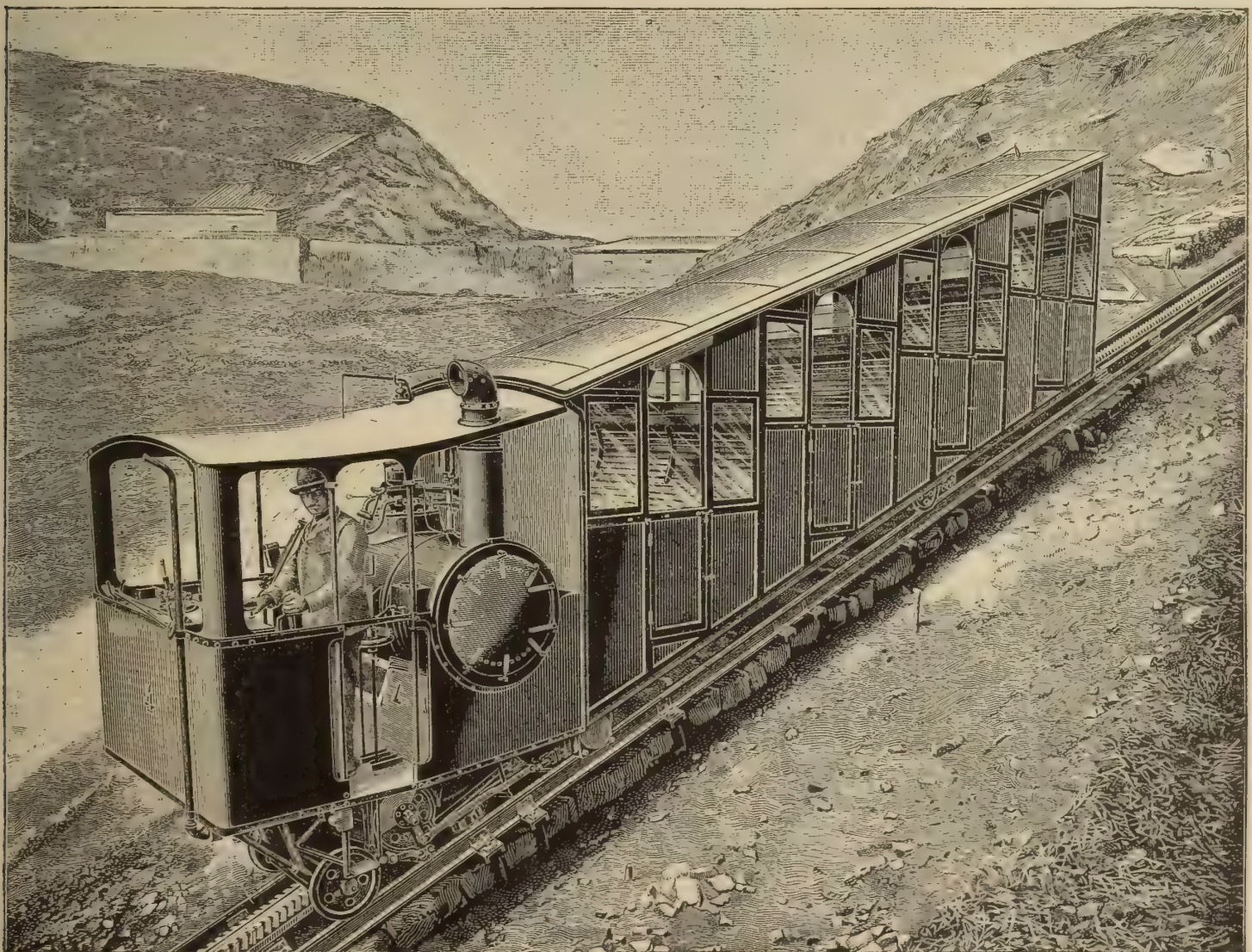


FIG. 1. — Chemin de fer à crémaillère du Mont Pilate.

faible différence de niveau est répartie sur une grande longueur, on en est arrivé à regarder les collines, les montagnes mêmes aux pentes les plus rapides, et à se demander si l'on ne pourrait y établir des voies ferrées, soit dans un but d'utilité, soit dans un simple but de curiosité pour le touriste, ce qui, au point de vue commercial et financier, revient à peu près au même. Mais on se heurtait à une difficulté qui devenait aisément une impossibilité, au cas où l'on

Il fallait trouver à la machine un point d'appui fixe sur lequel elle pût se maintenir, exactement comme pour monter une rampe trop inclinée nous tâchons d'avoir une corde descendant du sommet sur laquelle nous puissions nous haler, suivant le terme maritime. Ce point d'appui est parfois donné, pour les voies ferrées de montagnes, pour les chemins inclinés, par un câble, et alors l'analogie est frappante : nous nous trouvons en face de ce qu'on nomme un chemin

de fer funiculaire; mais on a souvent recours à un autre système, nous voulons dire la crémaillère.

On peut dire que le type des chemins de fer à crémaillère remonte à 1811; on n'avait pas confiance dans les simples rails pour la traction des trains chargés, et on avait installé une machine et une voie de ce genre dans les houillères de Middleton; d'ailleurs, machine et voie ne durèrent pas longtemps.

Nous n'avons point l'intention de donner ici une description du type ordinaire des voies ferrées et des machines à crémaillère; le principe en est bien connu, et a été expliqué en plusieurs occasions ici-même; la voie porte toujours en son milieu une crémaillère verticale, qui n'est pas autre chose qu'un engrenage développé, et sur laquelle viennent s'engager les dents d'une roue à engrenage que porte la machine locomotive. Bien nombreux sont les chemins de fer à crémaillères, qu'ils soient suivant cette disposition dans tout leur parcours, ou qu'ils soient mixtes, c'est-à-dire présentant une partie de leur voie du type ordinaire aboutissant à une voie munie de crémaillère, comme ceux qu'a installés M. Abt. Le vrai premier chemin de fer à crémaillère est celui qui fut créé en 1847, unissant Indianapolis à Madison. En 1868, nous trouvons celui du Mont Washington, qui avait d'abord été construit sans crémaillère. On peut citer ensuite le plus célèbre des chemins de fer inclinés, celui du Righi, ou plutôt ceux du Righi, car on compte deux voies, l'une partant du lac de Zurich, l'autre du lac des Quatre-Cantons. Puis viennent ceux de Giessbach, de Rorschach-Heiden (celui-ci est une ligne mixte), de Kahlenberg, près de Vienne, de Schwabenberg, tout à côté de Bude; le chemin de fer industriel d'Ostermündingen, en Suisse; les lignes de Wasseraalengen, de Rütli, d'Oberlahnstein; celle de Blankenburg à Tanne, de Gutsch, près Lucerne. Enfin, pour parler de la France, nous rappellerons la construction récente du chemin de fer à crémaillère de Langres ⁽¹⁾ mettant en communication la ville isolée sur son plateau avec la gare située dans la plaine.

Tout récemment, en juin 1889, on vient de livrer à l'exploitation et à la curiosité des touristes un nouveau chemin de fer incliné à crémaillère, qui diffère absolument dans son principe, c'est-à-dire par le système même de crémaillère adopté.

La ville de Lucerne, coquettement posée au bord de son lac, se voit dominée par deux hautes montagnes, s'élevant de chaque côté du lac : le Righi et le Pilate. Le Righi, comme nous venons de le rappeler, est escaladé depuis longtemps par un chemin de fer à crémaillère du type usuel. Quant au Pilate, qui est de 1 000 pieds plus haut que le Righi, l'ascension en était fort malaisée jusqu'à cette année; les touristes étaient obligés de suivre une longue route à rampe fort rapide. Les visiteurs, rendus plus difficiles par l'usage des petits wagons du Righi, n'osaient plus guère affronter les pentes abruptes de son voisin; et cependant, la vue dont ils auraient joui du haut de son sommet, le panorama splendide qu'ils auraient aperçu s'étendant jusqu'à la Jungfrau et au Breithorn, les aurait amplement récompensés de leurs peines. Mais, puisque la Compagnie du chemin de fer incliné du Righi récoltait d'importants dividendes, on pouvait espérer un succès financier en installant une voie ferrée qui conduirait jusqu'au sommet si curieux du Pilate le touriste aimant ses aises; et cette idée, émise par deux Ingénieurs, M. le colonel Locher et M. E. Guyer-Freuler, ne tarda pas à trouver partout un accueil favorable.

Le Mont Pilate est un beau cône terminé par une pointe grise nommée l'Esel; mais l'Esel n'est pas vraiment le sommet du Mont : le point le plus élevé est un pic situé un peu à l'ouest du premier, et nommé le Tomlishorn. Le sommet est à 2 076 mètres au-dessus du niveau de la mer, à 1 635 mètres au-dessus du bord du lac de Lucerne; c'était à cette hauteur qu'il fallait conduire le touriste. On se trouvait donc en face d'une voie inclinée à construire dans des conditions toutes particulières de difficulté, la pente des flancs de la montagne étant très rapide. On songea d'abord à recourir au système de crémaillères en usage sur les autres chemins inclinés de la Suisse. Mais il n'était possible d'établir le point de départ de la ligne qu'à la petite ville d'Alpnach, et, partant de ce point pour atteindre le sommet du Mont, la ligne devait présenter des pentes atteignant jusqu'à 48 %; pour ne point se hasarder dans l'inconnu, on construisit et mit en service pendant quelque temps un petit modèle de chemin de fer incliné à la pente de 48 % muni d'une crémaillère à dents verticales du système ordinaire. Comme on l'avait craint, on s'aperçut que cette disposition ne répondait pas aux besoins d'une exploitation à pente aussi anormale; dès que le train était un peu chargé, les dents de la roue de la machine ne réussissaient point à engrener avec les dents de la crémaillère. Le colonel Locher imagina alors le système qui est aujourd'hui en service et qui semble devoir donner toute sécurité. Il s'est un peu inspiré du système de l'ancien chemin de fer Fell du Mont Cenis : dans celui-ci, en outre des deux rails latéraux servant à l'assiette des véhicules, il y avait un rail central, et la force de traction était obtenue par le simple frottement de deux roues horizontales sur ce rail; dans le système Lo-

cher, on obtient une force de traction beaucoup plus grande, parce que le rail central est remplacé par une double crémaillère à dents verticales avec les deux faces de laquelle engrenent deux roues à dents.

La voie du Pilate commence tout près du lac de Lucerne, et à une altitude de 442 mètres au-dessus du niveau de la mer; elle doit surmonter une différence de niveau de 1 634 mètres, qui se répartit sur environ 4 1/2 kilomètres, la longueur exacte de la ligne étant de 4 455 mètres. Tandis qu'au Righi les rampes ne dépassent pas 25 %, ici la pente moyenne est de 36,6 %, et le maximum est de 48 %. Les parties en courbes sur la ligne sont assez nombreuses, afin d'éviter de trop grandes difficultés et pour diminuer un peu la pente; la longueur totale en est de 2 240 mètres, et le rayon en varie entre 80 et 100 mètres. La largeur de la voie est de 0^m 80. Avec une pareille inclinaison, il ne fallait pas songer à établir simplement la voie sur du ballast et sur des traverses ordinaires : il se serait produit d'inévitables glissements; aussi a-t-on dû établir tout le long de la voie une substructure en maçonnerie assez profonde; la partie supérieure de ce massif est formée de dalles de granit.

Les rails et la crémaillère reposent sur des traverses en fer Zorès de 140 millimètres de hauteur et de 1^m 2 de long, qui sont encastées dans les dalles de granit et maintenues par de forts boulons dans le corps de la maçonnerie; elles sont espacées de 1^m 07 entre elles, sauf cependant aux joints des crémaillères ou plutôt des portions de crémaillère, où elles ne le sont plus que de 0^m 24 pour donner plus de fixité aux extrémités de ces sections de crémaillère. Les rails, qui sont à simple champignon de 0^m 12 de hauteur, sont fixés et ancrés sur les traverses par des supports composés de fers profilés et de fers d'angle assemblés entre eux.

La crémaillère double est formée de deux crémaillères en acier Martin posées sur le côté et disposées dos à dos. Elle est constituée par des pièces de 3 mètres de longueur, qui sont boulonnées sur des longrines en fer Zorès de 255 millimètres. Les pièces composant la crémaillère étant très peu longues, les effets de dilatation ne s'y font sentir que dans de très faibles proportions; aussi, en temps normal, l'écartement entre leurs extrémités est très faible et n'est point de nature à gêner l'engrènement des roues de la machine avec la crémaillère. Ces questions de dilatation sont très importantes sur le Pilate, d'autant que la superstructure de la voie forme un tout rigide; le thermomètre y varie de — 20° C en hiver à + 40° C en été.

Le premier point intéressant que l'on rencontre sur la ligne est le ravin de Wolfort, d'où l'on voit le splendide panorama de la baie d'Alpnach; en continuant, on trouve le tunnel de Wolfort, qui est plutôt une simple galerie. Après un nouveau tunnel, celui du Spycker, on atteint le plateau d'Aemsigen, à 1 370 mètres, point où est disposée une double voie d'évitement pour la rencontre du train montant et du train descendant. Puis la voie escalade l'Esel, percant la cime montagneuse de quatre tunnels consécutifs; entre le deuxième et le troisième, on aperçoit le magnifique panorama des Alpes, depuis Appenzell jusqu'à l'Oberland Bernois. Enfin le train pénètre par le bas d'un édifice qui est la station du sommet, la « Pilatus Kulm Station », la gare terminus, à côté même de l'hôtel Bellevue.

La voie est presque droite jusqu'au premier kilomètre et se trouve en ce point à l'altitude de 810 mètres, après être partie d'Alpnach à 442 mètres. En arrivant au kilomètre 2, elle est à 1 216 mètres, après avoir passé par plusieurs courbes, dont deux spécialement de 80 mètres de rayon se succédant d'une façon presque immédiate. Continuant ensuite à peu près en ligne droite, elle atteint 1 536 mètres et le kilomètre 3 au plateau d'Aemsigen. Puis elle devient de plus en plus sinueuse; il se produit d'abord un coude très brusque au passage de la route qui vient d'Alpnach, encore un autre avant qu'on atteigne le kilomètre 4, où l'on est à 1 834 mètres. Enfin l'ascension se termine par une dernière courbe de 80 mètres de rayon.

Dans les chemins de fer de ce genre, la force de traction n'est plus une fonction du poids du moteur, l'adhérence n'ayant plus à jouer aucun rôle pour permettre au véhicule locomoteur de remorquer ou de pousser les véhicules transporteurs; on a donc été amené ici à réduire autant que possible le poids de l'ensemble du train et la charge à élever, c'est pourquoi on a monté la locomotive et la voiture à voyageurs sur le même châssis. Cet ensemble porte sur deux axes reposant sur des roues, auxquelles on a pu supprimer les boudins, grâce à la disposition de la crémaillère, qui suffit à protéger de tous déplacements latéraux; cette suppression des boudins a l'avantage de faire disparaître une partie des frottements, surtout dans les courbes. Appliquées en correspondance avec chacun des axes de la voiture, sont deux paires de roues dentées horizontales, dont, par conséquent, l'axe est vertical; mais il n'y a que les deux roues dentées placées à côté de l'axe inférieur qui fassent fonctions de roues motrices : à la montée, les deux autres roues entraînent leur axe et servent seulement de guide pour l'avant de la voiture; nous verrons plus loin leur utilisation possible comme frein.

Une disposition spéciale assure l'engrènement des roues motrices. Sur le même axe sont calées deux roues horizontales ordinaires embrassant la longrine en fers Zorès qui porte la crémaillère, en

(1) Voir le Génie Civil, tome XII, n° 2, p. 17.

restant en contact des deux côtés avec les parois latérales de cette longrine. Il est ainsi impossible à la voiture de dérailler.

Il a fallu aussi prévoir et empêcher les déplacements dans le sens de la verticale. Le mont Pilate est, en effet, souvent assailli par de brusques tempêtes qui se déchainent sur ses flancs; c'est le point de rencontre de tous les orages qui viennent de l'ouest et du nord-ouest apportant des trombes de neige. De chaque côté de la voiture, sont disposées des griffes de manière à saisir le champignon des rails et à empêcher les roues de s'en détacher, sauf à laisser une liberté suffisante de mouvements.

Pour éviter de mettre la chaudière sur des tourillons comme on l'a fait dans quelques chemins inclinés, et afin de laisser l'eau toujours de niveau, on a tout simplement disposé la chaudière perpen-

de 5 700 kilogr.; avec sa charge complète, elle pèse 10 500 kilogr. La distance entre les axes est de 5^m 20; la longueur totale atteint 10^m 40 et la largeur maximum est de 2^m 20.

La vitesse de locomotion ne dépasse pas 3 kilom. 6 à l'heure; on met donc un peu plus d'une heure pour l'ascension. S'il n'était pas utile de restreindre la vitesse d'ascension, du moins, pour éviter tout danger, il fallait multiplier les freins et les divers appareils destinés à diminuer la vitesse de la descente ou à l'arrêter complètement. On compte tout d'abord deux freins à main: le premier agit sur l'arbre moteur et le second sur l'arbre supérieur; en troisième lieu, un frein à air du système ordinaire peut être employé dans le bas de la ligne, là où la pente n'est que faible. Mais il fallait prévoir le cas de danger immédiat, d'impuissance de la machine, le



FIG. 2. — Chemin de fer à crémaillère du Mont Pilate. — Vue prise de la Mattalp.

diculairement à l'axe de la voie. La longueur est de 2^m 02, la surface de chauffe, de 20 mètres carrés; la pression normale de la vapeur est de vingt atmosphères. Le diamètre des cylindres est de 0^m 228, et la course des pistons, de 0^m 30. Les deux pistons actionnent directement un arbre à manivelles qui fait 180 tours par minute et qui, au moyen d'un engrenage, fait tourner la roue centrale d'un hérisson monté sur un arbre auxiliaire. De chaque côté de cette roue centrale, et sur le même axe, le hérisson se complète par une roue d'angle, qui va transmettre le mouvement en engrenant avec une roue conique calée sur l'axe vertical de la roue motrice correspondante. Comme dans les courbes, par suite même de la courbure de la crémaillère, la roue motrice intérieure à la courbe doit parcourir un moindre chemin que la roue extérieure, les roues d'angle du hérisson ne forment pas corps avec la roue centrale; elles tournent librement sur l'arbre, et ne sont obligées à suivre la rotation de la roue centrale que par des clavettes mobiles. Les différences de parcours dans les courbes sont ainsi compensées et les deux roues travaillent également. Le diamètre des roues d'engrenage est de 0^m 411, le pas de l'engrenage de 0^m 086, et le nombre de dents de 15.

La voiture seule est composée de quatre compartiments pouvant contenir chacun huit places, et dont le plancher est construit de façon à laisser les voyageurs dans une situation toujours normale. Le poids de la voiture (machine et voiture proprement dite) est à vide



FIG. 3. — Chemin de fer à crémaillère du Mont Pilate. — Le second tunnel.

moment où le mécanicien et le conducteur n'auraient pu mettre assez vite les freins en action. On a eu recours à un système automatique fort simple et remplissant très exactement son rôle: en temps ordinaire les roues dentées supérieures entraînent véritablement leur axe vertical; mais sur ce même axe est fixé une sorte de régulateur portant deux poids qui, dès que la vitesse dépasse 1^m 3 par seconde, en vertu de la force centrifuge même, déclenchent des clavettes qui viennent immobiliser les roues dentées, formant ainsi un frein qui bloque absolument le train là où il se trouve.

Tout le matériel roulant a été construit par la « Société suisse pour la construction de locomotives et machines », de Winterthur. La construction de la ligne, y compris le matériel, même celui des stations, avait été adjugée pour 2 050 000 francs, c'est-à-dire pour 450 000 francs par kilomètre. La voie a déjà fait ses preuves, depuis plusieurs mois qu'elle est en service, et l'on a pu s'assurer des bonnes conditions du système que nous venons de décrire.

DANIEL BELLET.

HYDRAULIQUE

SYSTÈME DE BARRAGE MOBILE A GRANDE CHUTE

(Planche XXVII.)

On possède aujourd'hui des solutions pratiques pour l'établissement des barrages mobiles dans les rivières à fond relativement invariable, comme la Seine (1); l'expérience a permis, en effet, d'apprécier d'une manière favorable le système des fermettes Poirée supportant des vannes glissantes (de M. Boulé), ou des rideaux articulés (de M. Caméré) tels qu'ils figurent au barrage de Suresnes, ou le système des ponts métalliques supérieurs avec rideaux de M. Caméré des barrages de Poses et de Méricourt.

Il en est autrement pour les rivières à fond mobile: les fermettes Poirée ne pourraient y fonctionner convenablement, car leur relèvement après la crue serait absolument impraticable, à cause de l'ensablement qui se produit en crue sur les radiers; d'autre part, l'abaissement des montants de support des rideaux Caméré et par suite de ces rideaux mêmes, dans le système de relèvement à pont supérieur, présenterait tout autant de difficultés. Aussi n'a-t-on, dans la pratique, appliqué ces systèmes divers qu'à des cours d'eau dont le fond est susceptible de fixité.

M. Léon Pochet, Ingénieur en chef des Ponts et chaussées, s'est proposé de construire un barrage mobile qui offre tous les avantages inhérents à ce genre d'ouvrages et puisse fonctionner sur les cours d'eau à fond fixe, mais dont les dispositions permettent également l'emploi sur les rivières à fond mobile et à régime torrentiel. Le système qu'il a imaginé présente en outre des conditions de robustesse, de durée et de simplicité de manœuvre tout à fait spéciales, car il peut se caractériser par les trois propriétés suivantes:

- 1° Tous les appareils sont en fer ou en acier;
- 2° Le barrage ouvert, tous les organes sont hors de l'eau;
- 3° La manœuvre d'ouverture et de fermeture se réduit à la mise en mouvement d'un treuil.

L'auteur a étudié comme application un barrage à établir sur la Seine d'après les conditions fournies par le Service de la navigation. Cet ouvrage (pl. XXVII) comprend les éléments suivants:

- 2 passes navigables de 50 mètres chacune;
- 1 déversoir de 97^m 50 de longueur totale en trois travées de 32^m 50;
- La retenue est fixée à 4 mètres ou même 5 mètres au-dessus du seuil de la passe navigable; le seuil du déversoir est établi à 2^m 50 sous la retenue; enfin, la hauteur libre entre le dessous des tabliers et le seuil de la passe est de 10^m 80. On suppose que les eaux d'aval peuvent descendre au niveau du seuil. En un mot, la chute peut être de 4 mètres ou de 5 mètres, suivant l'hypothèse.

Principe du système. — L'ouvrage se compose:

- 1° D'un pont métallique M (fig. 1), que nous appellerons *pont du barrage*;
- 2° D'un pont de manœuvre N;
- 3° D'un système de vannes circulaires AB, articulées autour de leur

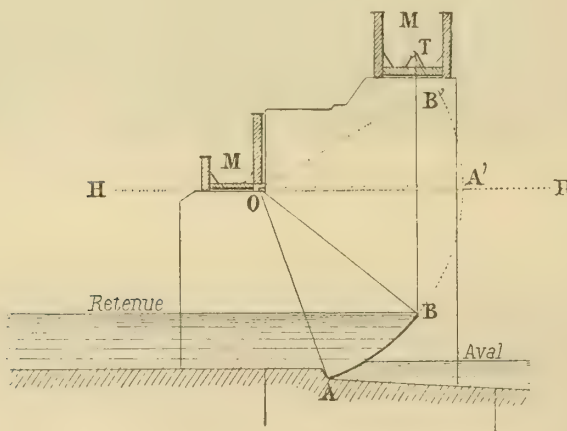


FIG. 1.

centre, sur la face aval du pont du barrage; ces vannes peuvent être levées ou abaissées au moyen d'une chaîne s'enroulant sur un treuil T qui circule sur le pont de manœuvre.

Ce dernier est placé à une hauteur telle que la vanne levée en A'B et attachée au tablier par deux loquets, laisse complètement libre l'espace compris au-dessous du pont du barrage, c'est-à-dire au-dessous de la ligne HH, dont le niveau est déterminé par les exigences de la navigation. Il ne reste donc ainsi sous l'eau, après l'ouverture du barrage, aucune pièce mobile, ce qui écarte les chances d'avaries par les alluvions, les corps flottants, les glaces, etc.

Mais, dans ces conditions, le pont du barrage supporterait à lui seul

toute la pression de l'eau, lorsque les vannes seraient baissées, car le seuil A ne constituant qu'un simple arrêt latéral, la résultante des pressions de l'eau sur la vanne n'est annulée que par la résistance de l'axe O et se reporte sur les poutres du pont, ce qui conduirait, en cas de fortes retenues et de grandes portées, à adopter pour les poutres des dimensions considérables. Pour arriver à reporter sur le seuil en maçonnerie tout ou partie de la pression de l'eau, M. Pochet a adopté les deux dispositions suivantes:

Vanne à un appui sur le seuil (fig. 2). — Au lieu d'attacher les deux grandes bielles OA et OB à l'axe O, la bielle supérieure OB seule

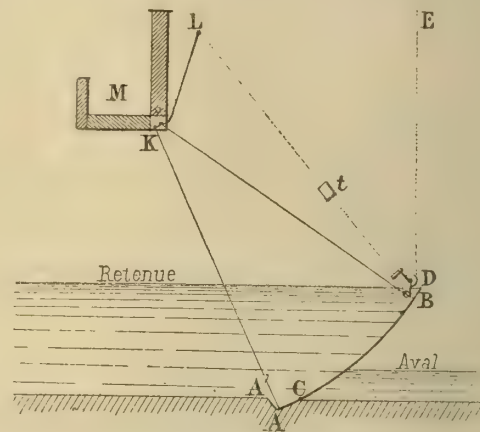


FIG. 2.

y reste articulée, et la bielle inférieure est attachée au bout du petit bras d'un levier LOK, articulé lui-même autour de l'axe O. Le seuil du barrage présente une portée AC sur laquelle la vanne peut s'appuyer; puisque le levier LK est libre, la bielle AK l'est également et la pression de l'eau se répartit approximativement de la manière suivante: $\frac{2}{3}$ P sur le seuil C, $\frac{1}{3}$ P sur la bielle supérieure OB et par suite sur le pont du barrage.

Dans ce système, le seuil porte les $\frac{2}{3}$ de la pression de l'eau, ce qui satisfait à la condition imposée.

Pour manœuvrer une pareille vanne, on attachera la chaîne du treuil au bout L du grand bras du levier LOK, après l'avoir fait passer autour d'une poulie D articulée sur la vanne elle-même.

Désignons par n le rapport des bras du levier OL, OK; on a:

$$n = \frac{OL}{OK}.$$

En négligeant les frottements et l'influence des angles, un effort de traction F exercé sur le brin vertical DE se transmettra intégralement à la bielle AK, avec une intensité égale à nF , qui diminue d'autant la pression de la vanne sur le seuil. A mesure que F augmente, cette pression diminue, et il vient un moment où elle est nulle. A partir de ce moment, un léger accroissement de F met la vanne en mouvement, fait glisser son arête inférieure le long du heurtoir latéral AA'. En un mot, la vanne se détache du seuil. Ce mouvement continue, jusqu'à ce qu'un toc t , qui fait partie de la chaîne en mouvement,

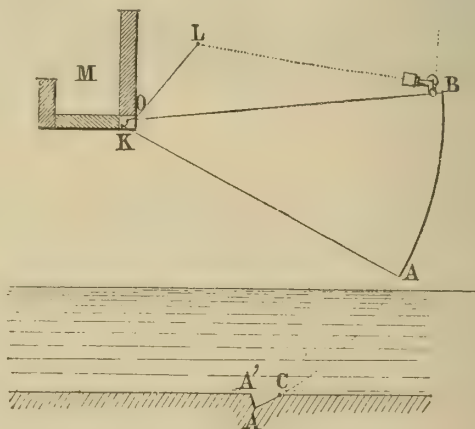


FIG. 3.

vienne s'appliquer contre la chape de la poulie D. Dès lors, la vanne ne peut plus que se soulever en grand (fig. 3).

Les diverses opérations de la descente de la vanne s'accomplissent dans un ordre inverse.

Lorsque la vanne est hors de l'eau, le toc est appuyé sur son arrêt. Il y reste appuyé tant que la vanne n'est pas venue toucher le heurtoir latéral du seuil A'A. A partir de ce moment, la vanne ne descend plus et la pression de l'eau amène peu à peu son arête inférieure sur le siège ménagé dans le seuil.

Ce système de vanne à un appui sur le seuil conviendra bien aux chutes moyennes et aux portées moyennes.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIV, n° 4, p. 2, n° 2 p. 20 et n° 3, p. 33.

Vanne à deux appuis sur le seuil (fig. 4). — En fixant au point G, milieu de l'arc AB de la vanne, une béquille GE dirigée suivant le rayon, M. Pochet constitue une base d'appui AE sur laquelle la vanne

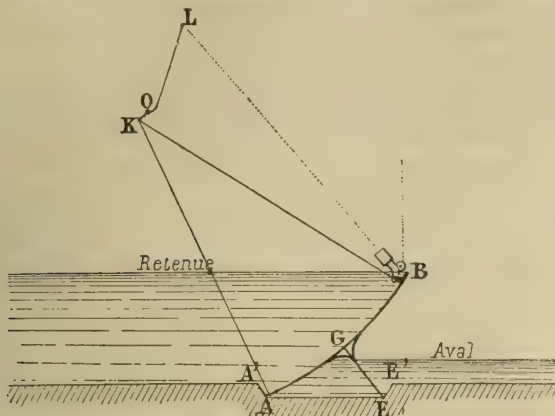


FIG. 4.

sera en équilibre, puisque la résultante des pressions de l'eau passera nécessairement dans l'intérieur de cette base d'appui. Il ne s'agit plus que de combiner des manœuvres capables d'amener la vanne dans cette position d'équilibre.

Pour cela, au lieu d'attacher la bielle inférieure seule au bout inférieur du levier LK, l'inventeur attache à ce point les deux bielles KA, KB. Ensuite, la bielle inférieure KA présente cette particularité (fig. 5) que l'œil traversé par le boulon d'attache sur le levier est allongé de mn. Les autres dispositions sont les mêmes que pour la vanne à un appui sur le seuil déjà décrite.

Si l'on exerce un effort F sur la chaîne du treuil, cet effort produira un effort nF sur l'articulation K, effort qui se transmettra tout entier à la bielle supérieure KB, puisque la bielle inférieure, grâce à l'œil allongé mn, ne présente aucune résistance au mouvement du boulon d'attache. Or, la traction exercée sur la bielle KB tend à détacher la béquille de son siège et à faire tourner la vanne autour de son

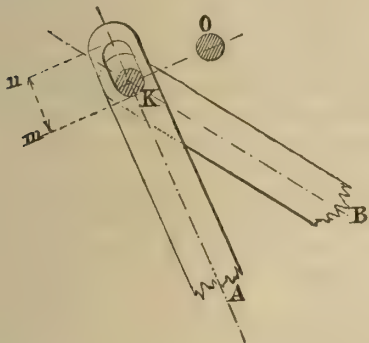


FIG. 5.

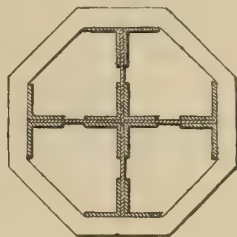


FIG. 6.

arête inférieure A. Lorsque ce mouvement se produira, le boulon K suivra le levier dans son mouvement de rotation autour de l'axe fixe O jusqu'à ce qu'il touche l'extrémité de l'œil mn. A cet instant, interviendra une nouvelle résistance, celle de la bielle inférieure qui supporte les deux tiers de la pression de l'eau. La force de traction de la chaîne devra augmenter de manière à surmonter cette nouvelle résistance. Cette condition étant remplie, la vanne glissera tout entière le long de son heurtoir latéral, jusqu'à ce que le toc de la chaîne vienne arrêter ce mouvement et provoquer le soulèvement en grand de la vanne hors de l'eau.

En résumé, le levage de la vanne se compose de deux mouvements simples et successifs :

- 1° Une rotation autour de son arête inférieure A ;
- 2° Une translation ou un glissement le long du heurtoir latéral AA' (4).

La descente se composera des mouvements inverses.

BARRAGE MOBILE A RETENUE ET CHUTE DE 4 MÈTRES. — Description. — Ce barrage se compose d'une écluse, d'une passe navigable de 100 mètres en deux travées, et d'un déversoir de 97^m50 en trois travées. La hauteur de la retenue sur les passes navigables est de 4 mètres au-dessus du seuil. Le déversoir est établi à 1^m50 au-dessus du même point. Ces dispositions répondent, comme nous l'avons déjà dit, à celles qui sont usitées sur la basse Seine. L'écluse rentrant dans le système de construction ordinaire, nous ne nous occuperons que de la passe navigable et du déversoir.

Dispositions générales de la passe navigable. — Chacune des deux passes navigables a 50 mètres de largeur libre entre les piles, et contient 20 vannes circulaires de 2^m50 de largeur.

La hauteur libre entre le dessous du pont du barrage et le seuil est de 10^m80. L'axe fixe du pont du barrage est à 0^m35 au-dessus. La position du pont de manœuvre est telle que les vannes, une fois levées, puissent se loger sous ce pont, sans faire saillie sur l'horizontale tracée à 10^m80 au-dessus du seuil, et que la poulie de chaque vanne arrive, dans le mouvement de levage, à l'aplomb du treuil de manœuvre. Cette double condition conduit à placer l'axe du pont de manœuvre à une distance horizontale de 9^m25 de l'axe fixe du pont du barrage, et son tablier à 18^m60 au-dessus du seuil.

Vannes de la passe navigable. — Ces vannes ont 2^m50 de largeur, moins un jeu de 2 à 3 centimètres nécessaire entre deux vannes consécutives, et un développement de 6^m80 mesuré sur le bordage. Leur charpente se compose : 1° de deux culasses verticales en forme de double T et de hauteur variable, contreventées par une arcature en tôle et cornières, et s'appuyant sur le ressaut du radier à l'aide de béquilles. Les culasses sont espacées de 2^m04 d'axe en axe ;

2° De deux béquilles présentant en coupe transversale la forme d'une croix à branches égales constituée par quatre tôles et 12 cornières. Ce système est solidement enchâssé dans un sabot en fer forgé posé à chaud et rivé sur les cornières (fig. 6) ;

3° De 9 traverses en fer espacées de 0^m85 d'axe en axe, en forme de double T, soutenant le bordage. Elles s'assemblent solidement sur les culasses par des équerres et des goussets ;

4° D'un bordage en acier constitué par 8 feuilles de tôle assemblées à recouvrement, et rivées sur les traverses et les culasses.

Chaque vanne comprend encore quatre articulations pour les quatre bielles, une articulation pour la poulie, deux ventelles et une passerelle de service.

Le dessus des vannes est dérasé à 0^m30 sous la retenue, et cette retenue est complétée par des ventelles à main dont la manœuvre suffit pour laisser écouler les petites crues de la rivière, et maintenir à peu près invariable le plan d'eau du bief d'amont.

La passerelle de manœuvre est portée par quatre poutrelles verticales, dont deux forment le prolongement des culasses. Les montants du parapet sont mobiles autour de charnières, et s'abaissent quand on lève la vanne hors de l'eau.

Bielles et leviers de manœuvre de la vanne de la passe navigable. — Ces bielles sont articulées aux quatre angles de la vanne, et deux par deux au bout du petit bras du levier de manœuvre du pont du barrage. Le jeu de l'œil d'articulation des bielles inférieures sur le levier est de 0^m08 pour permettre un soulèvement des béquilles de 0^m05 d'amplitude. En général, la longueur des bielles doit être telle que le rayon moyen de la vanne, passant par l'axe de la béquille, fasse un angle d'environ 45° avec l'horizon.

Les bielles sont des poutres à double T ; il en est de même des leviers de manœuvre. Pour éviter tout gauchissement latéral, les bielles sont assemblées entre elles, deux à deux, au moyen d'une traverse centrale et de deux croix de Saint-André en fer rond formant tendeurs susceptibles d'être réglés. Les couples de leviers sont réunis en haut par une traverse. Un câble en fil d'acier est attaché à chaque couple, et les deux câbles d'une même vanne se réunissent en un seul près du toc qui fait le bout de la chaîne. Celle-ci commence au toc, et après l'enroulement sur la poulie, elle se termine par un crochet à la hauteur du dessus de cette dernière. Le treuil de manœuvre porte une chaîne pendante qui vient s'accrocher successivement sur chaque vanne. Ce treuil est à vapeur, avec chaudière du système Field susceptible d'une très prompte mise en pression.

Pont du barrage et pont de manœuvre. — Le premier de ces ouvrages se compose d'une poutre horizontale de 3 mètres de largeur entre les tables, d'une poutre verticale de 4 mètres de hauteur du côté d'aval et d'une poutre de 2 mètres de hauteur, vers l'amont, soutenant une moitié de la poutre horizontale.

Pour la partie du pont du barrage qui règne sur le déversoir, les calculs supposent qu'on soulève toutes les vannes ensemble d'une certaine hauteur au-dessus du seuil pour diminuer la retenue en cas d'une crue peu importante, tandis que les vannes de la passe navigable ne doivent, par leur destination même, être levées qu'une à une et complètement.

D'après cela, les surcharges du pont-barrage sont les suivantes :

Pont-barrage de la passe navigable de 50 mètres de portée :

Poutre horizontale. Par mètre courant . . .	992 kilogr.
Poutre verticale d'aval. — . . .	2.732 —
— d'amont. — . . .	350 —

Pont-barrage du déversoir. Portée 32^m 50 :

Poutre horizontale. Par mètre courant . . .	4.625 kilogr.
Poutre verticale d'aval. — . . .	5.940 —
— d'amont. — . . .	500 —

Le pont de manœuvre se compose de deux poutres espacées de 4 mètres d'axe en axe et reliées par des pièces de pont tous les 2^m50 ;

(4) Il est clair que ce glissement peut être remplacé par un roulement. Il suffit pour cela de munir la partie inférieure de la vanne de deux galets qui roulent sur le heurtoir latéral.

des longerons de 0^m25 de hauteur servent d'appui aux longrines qui portent la voie du treuil à vapeur. Il porte, outre son poids, celui de toutes les vannes quand le barrage est levé. Le poids des vannes des passes navigables étant plus considérable que pour celles du déversoir, il suffit de donner aux poutres verticales 2^m50 de hauteur, sur le déversoir, tandis qu'elles ont 4 mètres sur les premières.

La surcharge du pont de manœuvre est, par mètre courant, de :

2 500 kilogr. pour la passe navigable.
1 600 kilogr. pour le déversoir.

Dispositions générales du déversoir. — Comme rien n'obligeait à donner aux travées du déversoir des longueurs aussi grandes que celles des travées des passes navigables, M. Pochet a fixé leur dimension à 32^m50, ce qui lui a permis d'appliquer le système des vannes à un appui, qui est plus mobile que l'autre, et dont la simplicité convient mieux à un mécanisme qui doit être manœuvré souvent. Les trois travées du déversoir sont divisées en 13 vannes de 2^m50 de largeur.

Le pont du barrage sur le déversoir est établi dans le prolongement de celui des passes navigables. Quant au pont de manœuvre, il peut être abaissé de 1^m90, et il est réduit comme hauteur de poutre et comme poids de métal, en raison de la moindre charge, ainsi que nous venons de le dire.

Vanne du déversoir. — La vanne se compose de deux membrures verticales, en double T, de six traverses et d'un bordage. Son développement est de 4^m65. Les traverses, le bordage, les articulations des bielles et de la vanne sont analogues à ceux de la grande vanne. Les vannes du déversoir devant être fréquemment levées, chacune d'elles est munie d'une chaîne à maillons qui demeure accrochée au pont de manœuvre.

Maçonneries du barrage. — Dans les barrages mobiles à fermettes, le radier est soumis à un effort d'arrachement de la part du tourillon d'amont, et le tourillon d'aval supporte une pression presque horizontale. On ne parvient à combattre ces efforts qu'en armant la maçonnerie du radier de tirants en fer reliés par des poutres longitudinales et transversales pour solidariser entre elles les diverses parties de la construction. Le radier contient ainsi une véritable charpente métallique dont le poids, au barrage de Port-Villez, atteint 2 000 kilogr. par mètre courant.

Le radier n'a à supporter que des pressions suffisamment obliques pour qu'il n'en résulte aucun glissement ou aucun effort d'arrachement.

Soient, en effet, AB une vanne à béquille (fig. 7), VP la résultante de

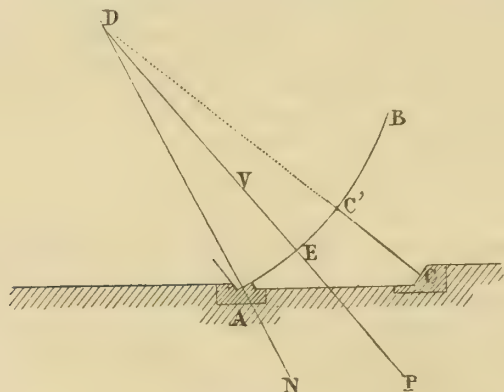


FIG. 7.

la pression de l'eau et du poids de la vanne, C'C étant la direction de la béquille. Si l'on prolonge C'C jusqu'à la rencontre de VP en D, les lignes DC, DA, donnent les directions des réactions du seuil M et N. Leur intensité est à peu près en raison inverse des distances C'E, AE. Ces forces M et N sont contenues tout entières dans l'intérieur des pièces de fonte qui les reportent sur les maçonneries, et tout entières dans l'intérieur du massif de la fondation.

Soient, d'autre part, AB (fig. 8) une vanne à un appui, OA et OB ses deux bielles, VP la résultante des pressions de l'eau et du poids ; cette résultante coupe nécessairement la bielle OB en un point D situé à droite de l'axe. DA est la direction de la réaction du seuil. Cette réaction pénètre dans l'intérieur du massif de fondation et ne donne lieu qu'à des pressions.

Le radier du barrage n'a donc besoin théoriquement d'aucune pièce de contreventement en fer. Il suffit de l'établir de manière que les pressions sur le seuil se répartissent sur des surfaces suffisantes. On peut, par suite, diminuer l'épaisseur qu'on donne ordinairement aux radiers dans les barrages mobiles, dans le sens du courant, et supprimer à peu près entièrement les armatures métalliques des fondations. A part ces modifications économiques, la partie fixe de ces barrages ne diffère pas de celle des barrages des autres systèmes. La surface vue du radier est constituée en pierres de taille et en moellons piqués, comme dans les barrages existants, et l'aval du radier est protégé contre les affouillements par des blocs naturels ou artificiels.

Les piles ont 3^m50 de largeur. Elles sont terminées en amont et en aval par un avant-bec demi-circulaire. La longueur d'une pile est de

15^m85, mesurée en dedans des avant-becs. La hauteur de ceux-ci est de 41^m02 ; le couronnement, en maçonnerie évidée par deux voûtes qui supportent le pont de manœuvre du déversoir, a 5^m40 de hauteur. Le pont de manœuvre de la passe navigable est placé à 1^m90 plus haut. Le parement des piles est construit en pierres de taille et meulière piquée.

Pour intéresser tout le massif aux pressions et les reporter dans l'intérieur des piles, l'auteur admet que les poutres horizontale et verticale du pont du barrage seront assemblées au-dessus du coussinet

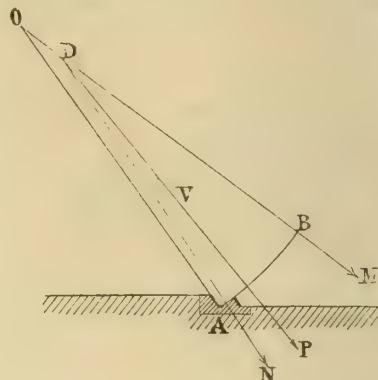


FIG. 8.

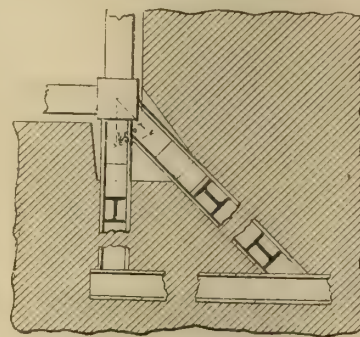


FIG. 9.

principal de cet ouvrage, par un caisson rectangulaire en tôle reposant sur ce coussinet (fig. 9). Ce caisson, formé de deux plaques en fonte à angle droit, est assemblé avec une équerre en fer forgé de même dimension, portée par une charpente en tôle. Cette dernière, complètement noyée dans la maçonnerie, consiste en un triangle constitué par deux poutres à double T de 0^m60 de hauteur, l'une verticale, placée à l'aplomb du coussinet, l'autre à 45° sur la verticale, reliées au niveau du radier par une troisième poutre horizontale.

L'axe de chaque coussinet est placé à 1^m05 du parement de la pile, de sorte que les coussinets de deux travées contiguës sont réunis entre eux par des traverses placées de distance en distance, et qui reportent les pressions sur l'ensemble du massif des maçonneries. Il y a donc à l'intérieur de chaque pile un double chevalet triangulaire de 1^m40 de largeur d'axe en axe, noyé dans la maçonnerie, qui transmet les pressions dans l'intérieur des piles et jusqu'à leur base.

Le calcul des poussées exercées par le pont du barrage indique que leur résultante fait un angle de moins de 45° avec la verticale : elle passera donc dans l'intérieur du chevalet et, par suite, toutes les pièces de cet appareil seront comprimées, et il n'y a nulle part tendance à l'arrachement sur les maçonneries.

Communications entre les diverses parties du barrage mobile. — Une passerelle en fer, jetée par-dessus l'écluse, fait communiquer le pont du barrage avec la maison de l'éclusier. Le pont du barrage est recouvert d'un plancher en bois, qui permet de circuler tout le long de l'ouvrage.

Un escalier, construit à l'intérieur de chaque pile, conduit du pont du barrage au niveau de la passerelle de service des vannes. On accède au pont de manœuvre par un escalier établi sur le parement amont du couronnement des piles. Toutes les parties du barrage sont, par conséquent, reliées entre elles par des moyens de communication faciles.

BARRAGE AVEC RETENUE DE 5 MÈTRES (2^e disposition du pont de manœuvre). — M. Pochet a également étudié un projet de barrage avec retenue et chute de 5 mètres (fig. 4, pl. XXVII), mais en appliquant une disposition d'un autre genre pour le pont supérieur.

Le mode de construction de la vanne et le pont du barrage sont analogues à ceux du barrage de 4 mètres ; la largeur des piles est également la même, mais leur longueur est augmentée de 8^m45 et la largeur du radier de 3^m55. La poutre d'aval du pont du barrage a sa hauteur portée de 4 mètres à 6 mètres, et une poutre analogue est placée sur la tête aval des piles. Ces deux poutres verticales sont reliées par des poutres transversales à treillis de 1 mètre de hauteur, placées tous les 2^m50 dans l'entre-deux des vannes, et réunies par des longrines et un plancher, de manière à constituer dans la zone où cela est utile, c'est-à-dire au droit du treuil, un véritable pont. La liaison entre les poutres transversales et verticales s'opère avec un fort gousset d'angle.

Sur chaque pile, deux treillis de 6 mètres de hauteur contreventent les deux poutres verticales de la même travée. L'ensemble de cette charpente métallique constitue pour chaque travée une sorte de caisse rectangulaire de 6 mètres de hauteur, 17 mètres de largeur et 50 mètres de longueur, fermée par un croisillonement métallique sur toutes ses faces, sauf sur la face horizontale inférieure, laissée libre pour la manœuvre des vannes.

L'avantage de ce système est de diminuer la hauteur de la maçonnerie, réduite à 11^m48, au lieu de 18 mètres, et celle de l'ensemble des constructions à 18^m48, au lieu de 22 mètres. Outre une amélioration notable dans l'aspect général de l'ouvrage, cette disposition

présente l'avantage que le pont de manœuvre, qui occupe toute la largeur entre les poutres verticales extrêmes, offre des points d'appui très commodes pour soulever les bielles ou les vannes lors des réparations.

Durée des manœuvres. — Ce qui caractérise le système, c'est que l'ouverture ou la fermeture du barrage se réduisant à la manœuvre d'un treuil, on peut l'accélérer ou la ralentir à volonté.

Le travail mécanique à développer pour lever une vanne de 4 mètres de retenue est égal à celui qui est nécessaire pour lever à une hauteur de 11^m 50 le poids V de 5 000 kilogr. environ, c'est-à-dire 57 500 kilogrammètres.

Avec un treuil à bras, une équipe de quatre hommes, relayée par une deuxième équipe, peut développer effectivement 30 kilogrammètres par seconde, ce qui donne pour la durée du levage d'une vanne, $\frac{57\,500}{30} = 1\,920$ secondes, soit 32 minutes. Ajoutant 7 minutes pour les préparatifs, on a 39 minutes pour le levage de 2^m 50 courants de barrage, soit 16 minutes par mètre courant.

Avec un treuil à vapeur de 4 chevaux, la durée du levage d'une vanne serait réduite à 3 minutes, soit, avec les temps perdus, 10 minutes, ce qui donne 4 minutes par mètre courant. D'après cela, une passe de 50 mètres pourrait être ouverte ou fermée en 3 heures.

Dépenses du barrage. — En construisant en acier toutes les parties métalliques, l'auteur estime qu'un barrage de 3 mètres de chute, avec des portées de 45 mètres, exigerait un poids de métal de 3 600 kilogr. par mètre courant.

Pour une chute de 4 mètres, ce poids s'élèverait à 5 000 kilogr.

Ces poids sont notablement inférieurs à ceux des barrages de la Seine, bien que dans ces derniers barrages, la portée des passes ne soit que de 30 mètres.

Avantages du système. — En tenant compte de la moindre dépense du radier, on peut dire que le système de M. Pochet coûterait probablement moins cher que la plupart des systèmes de barrages actuellement en usage. Il présente, en outre, les avantages suivants :

1° Il peut s'appliquer indifféremment aux grandes et aux moyennes chutes ;

2° Une fois levé, le barrage n'a plus aucun organe mobile dans l'eau, ce qui permet d'effectuer commodément toutes les réparations.

De plus, l'encuvement qu'exige l'abatage des fermettes Poirée, et qui augmente quelquefois de plus de 1 mètre la hauteur des fermettes, sans accroître aucunement la retenue, se trouve supprimé ;

3° La manœuvre des éléments du barrage se réduit à la mise en mouvement d'un ou de deux treuils, c'est-à-dire à une manœuvre simple et à la portée de tous les ouvriers, et il n'y a aucune pièce à transporter en magasin ou en dépôt ;

4° L'eau peut se déverser sur toutes les parties du barrage sans inconvénients, ce qui évite les manœuvres lorsqu'il ne s'agit que de laisser passer une lâchure des barrages d'amont, ou même une petite crue ;

5° Tous les éléments du barrage sont indépendants les uns des autres ;

6° L'étanchéité sera complète, condition importante pour les grandes chutes, car, une fois les vannes en place, il sera facile d'obturer par des aiguilles le faible jeu qui existe entre deux vannes consécutives ;

7° Le pont du barrage peut être utilisé en le renforçant convenablement, pour le passage des piétons ou même des voitures.

Application aux rivières à fond mobile. — Le système de barrage que nous venons de décrire convient plus particulièrement aux rivières à fond mobile.

Lorsqu'on a levé un barrage pendant les crues d'hiver, il arrive, sur une rivière de cette espèce, que les eaux déposent des matières sur toute l'étendue du radier. Quand le niveau des eaux s'est abaissé suffisamment, il vient un moment où il faut fermer le barrage. L'encroûtement du seuil par les sables et les graviers rend la fermeture impossible, aussi bien pour les barrages à fermettes que pour les barrages Caméré. La mise en place des engins dans les deux systèmes suppose le seuil libre.

Le système de M. Pochet ne rencontre pas les mêmes difficultés, et il peut fonctionner même dans ce cas spécial. A mesure qu'une vanne de ce système descend, elle crée au-dessous d'elle une chasse, dont la puissance augmente à mesure que la retenue du barrage se forme, chasse qui nettoie complètement le seuil et permet à ladite vanne de prendre sa place. Ce système convient donc particulièrement aux rivières à fond de sable ou de graviers, comme le Rhône, la Loire, la Garonne supérieure. Grâce à l'étanchéité complète du barrage, il permet d'établir sur ces rivières des retenues dans le but, soit de faciliter la navigation, soit de créer des ports.

G. RICHOU,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

MOTEUR A GAZ A TROIS CYLINDRES

M. Lalbin, Ingénieur des Arts et manufactures, vient de construire un nouveau moteur à gaz de pétrole qui a été essayé dernièrement à

40 kilogr. ; celui de 1 cheval pèse 60 kilogr., et celui de 5 chevaux, qui avait été embarqué sur le bateau ayant servi aux expériences, a un poids de 200 kilogr. seulement. Ce dernier, dans le plan vertical, est contenu dans un cercle de 85 centimètres de diamètre, tuyau d'échappement compris, et le volant, qui pèse 50 kilogr., n'a que 65 centimètres de diamètre.

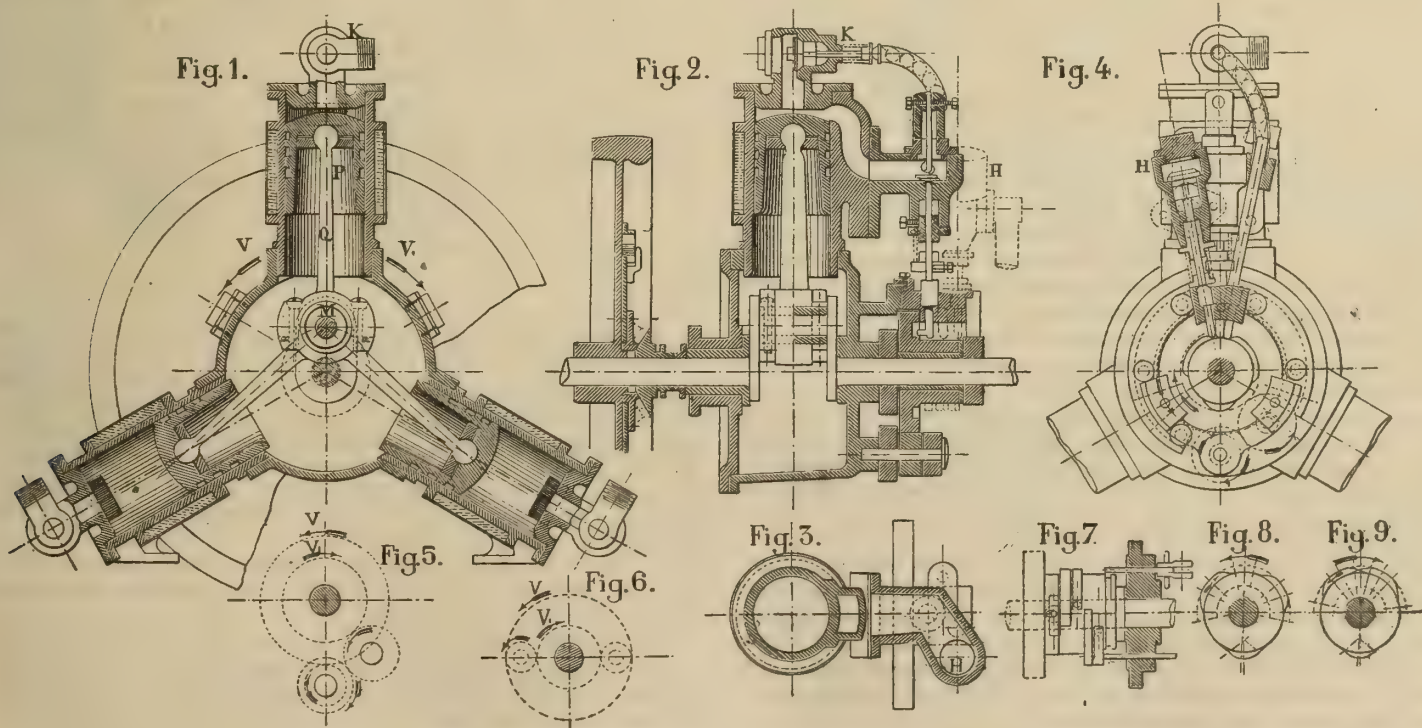


Fig. 1 à 9. — Moteur à gaz à trois cylindres.

Nantes, sur un bateau monté par une vingtaine de personnes ; la vitesse a été de 12 kilomètres à l'heure.

Un des principaux avantages de ce moteur consiste en sa légèreté comparativement aux autres machines à gaz. Ainsi, le moteur d'un demi-cheval, qui peut être appliqué à un tricycle, ne pèse que

L'échappement des gaz se fait à l'eau et le refroidissement des cylindres est assuré par une petite pompe automatique.

L'essence de pétrole est contenue dans un bidon en fer d'une capacité de 50 litres, et muni d'un raccord à vis au moyen duquel il est relié au carburateur, sorte de boîte garnie de mèches.

Ce dernier était placé sous le tillac de l'embarcation, et le bidon sous l'un des bancs. L'air aspiré par le mouvement des pistons passe dans les mèches imbibées de pétrole du carburateur et se charge de vapeurs combustibles en quantité suffisante, réglée à volonté par un tiroir manœuvré à la main. Une batterie Leclanché, placée également sous le tillac, produit l'étincelle électrique nécessaire à l'allumage des gaz.

La dépense de pétrole est de 350 grammes par cheval et par heure, soit à peu près un demi-litre par heure, de sorte qu'avec un bidon de 50 litres, le moteur de 5 chevaux peut fournir une marche de 20 heures effectives.

Les figures 1 et 2 sont respectivement des coupes verticale et perpendiculaire de ce moteur à trois cylindres; la figure 3 est une coupe transversale d'un cylindre montrant la boîte à clapet H; la figure 4 est la vue de face d'un cylindre avec coupe partielle de la boîte à clapet; les figures 5 et 6 indiquent les dispositions d'engrenages à choisir pour obtenir le mouvement du tambour à cames qui règle la distribution; les figures 7, 8 et 9 représentent le système de commande de marche arrière.

Chaque cylindre contient un piston P relié directement par une bielle Q à la manivelle commune M, et est muni d'un clapet d'introduction H et d'un clapet d'évacuation K.

L'allumage se fait en F par une étincelle d'extra-courant produit par une batterie Leclanché. Ces trois cylindres ont une action commune et se commandent entre eux, c'est-à-dire que l'explosion dans chaque cylindre produit, outre le travail disponible, le travail nécessaire à la manœuvre du piston du cylindre qui doit fournir l'explosion suivante, de manière à lui faire aspirer le mélange détonant et à le comprimer jusqu'au moment où il doit faire explosion.

Le tambour qui porte les cames de commande des divers services de chaque cylindre, tourne en sens inverse de l'arbre à manivelle et à moitié de sa vitesse, V dans le sens de la manivelle et V_1 dans celui de la distribution. Cette distribution a pour conséquence que l'explosion se fait indéfiniment de deux en deux cylindres et avec la plus grande régularité.

La poussée sur la manivelle étant presque constante, on a pu diminuer le diamètre du volant dans une large proportion. Le diamètre des pistons de la machine de 5 chevaux est 130, et leur course de 135 millimètres. Le volume d'encombrement, dans le sens de la longueur, n'excède pas 80 centimètres; la machine pèse 200 kilogr. La marche arrière s'obtient par la disposition indiquée figure 7, 8 et 9, au moyen d'un levier bien en main et faisant glisser le tambour à cames de manière à lui faire présenter sous les taquets de butée, soit le système des cames de la figure 8, soit celui des cames de la figure 9, selon le sens de la marche.

Le gaz détonant est fourni par les vapeurs de pétrole mélangées avec la quantité d'air convenable, et que l'on fait varier de façon à donner le maximum de puissance, soit 400 tours, ou le minimum qui est de 100 tours par minute.

Cap^{ne} L. MULLER.

OUTIL A PERCUSSION PNEUMATIQUE

Depuis un certain temps déjà, les dentistes emploient pour l'aurification des dents de petits marteaux à mouvement alternatif fonctionnant à l'air comprimé. M. Mac-Coy a perfectionné notablement cet appareil au point de vue de la rapidité du mouvement, de manière à l'appliquer à une foule d'autres travaux qui demandent l'emploi du choc, et pour lesquels la pression continue que lui assure sa grande vitesse constitue un avantage considérable.

Le principe de l'outil Mac-Coy consiste à actionner, par l'air comprimé ou par la vapeur, un marteau automatique qui frappe par minute un nombre de coups considérable sur un porte-outils; mais ces coups sont très légers et agissent beaucoup plus par leur multiplicité, qui rend leur action pour ainsi dire continue, que par la force du choc.

Le porte-outil reçoit les burins appropriés au travail du bois, des métaux ou des pierres. Le nombre d'impulsions ainsi communiquées est suffisant pour transformer pratiquement en mouvement continu le mouvement alternatif imprimé à l'outil.

L'appareil se présente sous la forme d'un cylindre creux dont l'une des extrémités porte un raccord à vis permettant d'y visser un tuyau flexible, en communication avec un réservoir de vapeur ou d'air comprimé, à la pression de 2,5 à 3 atmosphères. A l'autre bout se trouve un manchon dans lequel le porte-outil prend un mouvement alternatif; enfin, ce dernier est disposé pour recevoir les burins, mèches, ou des marteaux qui doivent effectuer le travail.

L'enveloppe cylindrique renferme un piston dont la tête est constituée par un cylindre moteur; sur la surface extérieure de ce cylindre sont pratiquées des gorges et des chambres qui mettent alternativement l'intérieur en communication avec le réservoir d'air comprimé ou avec l'atmosphère.

L'organe de distribution consiste en un tiroir cylindrique placé transversalement dans le piston et susceptible de s'y mouvoir. Ce tiroir

reçoit le fluide moteur par les orifices d'admission latéraux au cylindre, et l'évacue par d'autres orifices, qui sont alternativement couverts ou découverts par le mouvement du piston lui-même. A cet effet, le tiroir porte à sa surface extérieure deux gorges séparées par un collier et s'ajuste sur un siège cylindrique percé dans l'intérieur du piston.

La tête de ce dernier repose sur une tige de moindre diamètre, qui porte à son extrémité inférieure un renflement analogue à la tête d'un marteau, comme dans les marteaux-pilons.

Le piston est indépendant du porte-outil; il le frappe à la façon d'un marteau; un ressort à boudin, qui entoure le porte-outil et bute d'un côté contre le guide cylindrique, et de l'autre contre une embase du porte-outil, rappelle celui-ci en arrière. L'embase se continue par une tête qui reçoit les coups de piston.

La figure 1 représente une coupe, le cylindre moteur et le piston

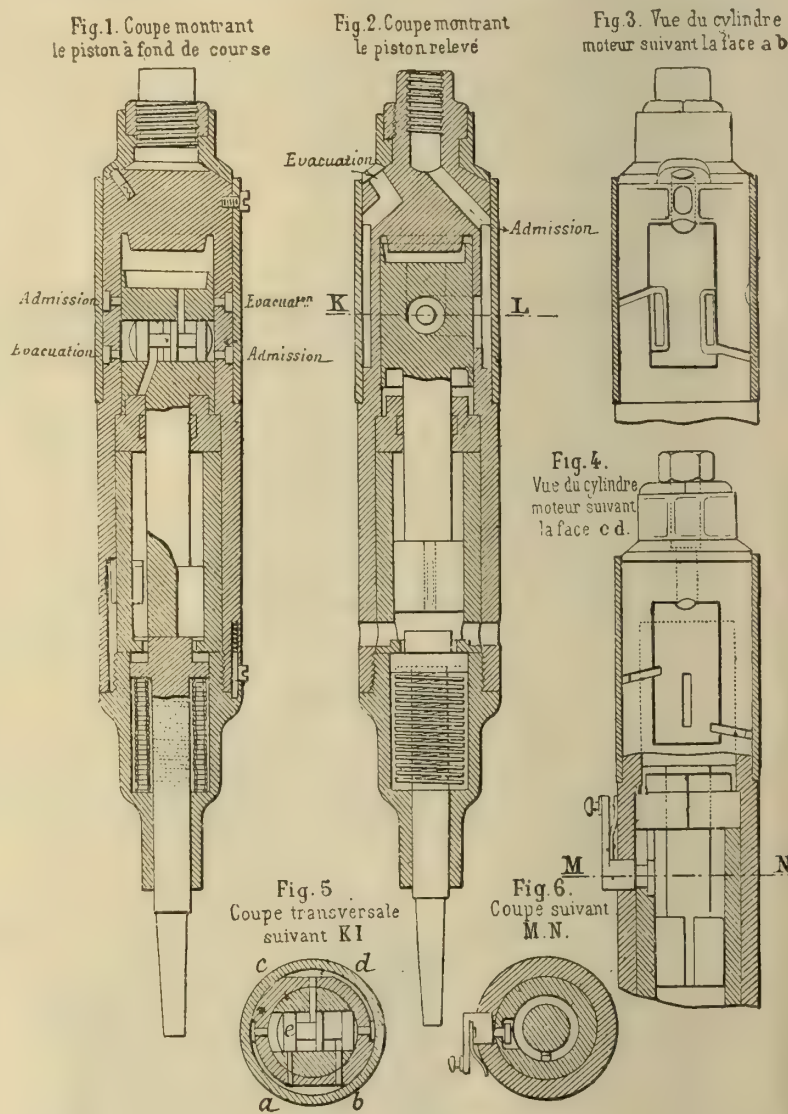


Fig. 1 à 6. — Outil à percussion pneumatique.

qui le termine étant à fond de course et frappant sur la tête du porte-outil. Le tiroir cylindrique est indiqué en Q, et l'on peut se rendre compte, par la position des lumières d'admission et d'évacuation, du mouvement imprimé au piston. L'évacuation normale du fluide moteur se fait toujours par le conduit i, placé au haut de la boîte supérieure; les ouvertures r et s, qu'on voit au-dessus du porte-outil dans la figure 2, ne servent qu'à mettre l'atmosphère en communication avec le dessous du piston, pour éviter le vide lorsqu'il remonte et faire matelas d'air quand il descend.

Les figures 4 et 5 représentent le cylindre moteur sous ses diverses faces, de manière à permettre de se faire une idée des communications qui sont très compliquées.

Dans son mouvement alternatif, le piston clôt les orifices d'admission et d'évacuation, mais il enferme également une certaine quantité d'air entre lui et les fonds supérieurs ou inférieurs du cylindre, de manière à former matelas et à mettre la main de l'ouvrier à l'abri des chocs dus au mouvement alternatif. Le piston, qui est d'un diamètre un peu plus faible que le cylindre, se trouve ainsi toujours entouré d'une mince gaine d'air sous pression, et ne subit que très peu ou point d'usure, malgré la rapidité du mouvement auquel il est soumis. C'est ce qui explique que cet outil puisse travailler avec une vitesse énorme, sans avoir besoin de graissage. L'ouvrier peut, d'ailleurs, régler aisément l'organe d'admission par un léger mouvement

du doigt, et faire passer la vitesse d'une valeur très faible jusqu'à 10 000 coups par minute.

Dans les appareils les plus petits, le cylindre moteur fait seul office de marteau et ne porte pas de piston.

L'inventeur estime le nombre de coups donnés par minute à 15 000 ; il est difficile de vérifier cette assertion, mais il est certain que ce nombre est extrêmement considérable, ainsi qu'en témoigne le ronflement de l'outil et la continuité d'action qu'on peut observer dans la production du travail. Les dispositions adoptées à cet effet, et qui constituent les perfectionnements sur les appareils employés par les dentistes, consistent dans la réduction de la course du piston et l'établissement de la gaine d'air qui réduit les frottements à leur minimum. Il en résulte une telle diminution entre les intervalles des chocs transmis à l'outil, que ce dernier n'a pas le temps de rebondir et de perdre le contact avec la surface sur laquelle il opère. Aussi le mouvement imprimé à l'outil peut-il être considéré comme absolument continu, et peut-on creuser et polir les matériaux durs avec une puissance et une rapidité supérieures à celles qu'on a obtenues jusqu'ici. Ces conditions permettent de suivre dans les matières dures les contours les plus délicats, et la pratique montre que l'outil s'y comporte presque comme s'il opérait dans une matière plastique. De plus, il est capable d'atteindre les angles qui sont inaccessibles aux outils rotatifs.

D'après la Commission du Franklin Institute, à l'appréciation de laquelle il a été soumis pour le concours du prix John Scott, l'outil pneumatique Mac-Coy donne d'excellents résultats pour le mâtage des joints des chaudières à vapeur, la ciselure, le repoussage, le polissage et le dressage des pierres et la sculpture. Le poids de l'outil varie, suivant les applications, de 250 grammes à 10 kilogr., et mesure 12 millimètres à 150 millimètres de diamètre, sur une longueur de 100 à 500 millimètres. La facilité de faire varier la vitesse dans des limites extrêmement étendues, permet d'apporter dans les divers travaux une délicatesse de touche et une précision très grandes, sans que l'ouvrier y éprouve aucune peine.

A l'Exposition, on faisait travailler à cet appareil des plaques de marbre et des sculptures, sous les yeux des visiteurs ; il avance avec une rapidité considérable, sans produire aucune poussière, et l'outil pas plus que la pièce ne s'échauffent sensiblement pendant le travail.

CONGRÈS

CONGRÈS COLONIAL

tenu à Paris, au mois de décembre 1889.

(Suite 1.)

Pendant les deux dernières semaines de la session, les différentes sections du Congrès colonial ont continué à se réunir séparément ; elles ont à peu près terminé l'examen et la discussion des questions soumises à chacune d'entre elles, et sur lesquelles le Congrès, réuni en assemblée générale le lundi 17 février prochain, sera appelé à se prononcer.

PREMIÈRE SECTION. — Organisation générale des colonies. — La première section, après avoir repris l'examen des questions relatives aux deux systèmes d'assimilation et d'autonomie des colonies, a émis l'avis :

Qu'une des conséquences de l'institution de la représentation parlementaire des colonies, est qu'un partage des charges et des revenus publics soit fait entre la métropole et les colonies, d'après des règles à déterminer ; que ce partage doit se faire de manière que les dépenses de certains services d'intérêt général soient, ainsi que les revenus correspondants, portés au budget de l'État ; mais que, pour ce qui concerne la gestion des intérêts purement locaux, une grande latitude doit être laissée aux pouvoirs coloniaux ;

Que l'organisation des colonies représentées au parlement doit être mise en rapport avec l'assemblée des institutions métropolitaines ;

Que le maintien de ce qu'on a appelé le régime des décrets est inconciliable avec une représentation parlementaire des colonies ;

Que le régime spécial applicable à chaque colonie doit être défini par une loi organique ; que cette loi doit garantir aux citoyens français résidant dans la colonie leurs droits civils, et aux indigènes le respect de leurs droits et de leurs coutumes.

La section s'est occupée ensuite du Conseil supérieur des colonies, de sa composition, de ses attributions, et elle a émis les vœux suivants :

Que le droit d'exprimer des vœux sur les questions touchant aux intérêts coloniaux soit garanti au Conseil supérieur ; que ce conseil ait la faculté de choisir son président parmi ses membres, le Gouvernement devant d'ailleurs y être représenté par un délégué ;

Qu'une étude soit faite du mode de représentation des indigènes dans le conseil ;

Que chacune des chambres de commerce maritimes de France envoie un délégué élu par elles au Conseil supérieur des colonies.

Les réformes à apporter dans le régime judiciaire des colonies ont été également étudiées et discutées, et la section a émis le vœu suivant :

Considérant que partout où fonctionne la constitution nationale, les justiciables français doivent jouir de garanties équivalentes à celles qui sont accordées à leurs concitoyens de la métropole ;

Considérant que la pluralité et l'immovibilité des juges sont considérées en France comme des conditions nécessaires au bon fonctionnement des tribunaux ;

Émet le vœu :

Que l'application de ces deux principes soit maintenue ou étendue aux colonies dans toute la mesure compatible avec les exigences des situations locales ;

Qu'en ce qui concerne les magistrats appelés à appliquer la loi française, les conditions du recrutement soient les mêmes que dans la métropole ;

Que les administrations judiciaires des colonies, sans cesser de dépendre de l'administration coloniale, soient rattachées plus directement qu'elles ne le sont aujourd'hui au ministère de la justice.

La délicate question de recrutement des fonctionnaires coloniaux, et celle de l'École coloniale, ont été l'objet de sérieuses discussions entre les membres de la section. L'École coloniale, telle qu'elle a été organisée par de récents décrets, a été vivement attaquée par quelques-uns d'entre eux, et non moins vivement défendue par d'autres. La majorité, tout en se prononçant pour le maintien de cette école, ne pense cependant pas qu'elle doive avoir le monopole du recrutement des fonctionnaires coloniaux. En conséquence, la section a émis le vœu suivant :

Considérant que la constatation préalable de l'aptitude des aspirants aux fonctions coloniales est la condition nécessaire d'un bon recrutement ;

Considérant qu'en ce qui concerne l'administration dans certains services spéciaux qui exigent la connaissance des langues, de la législation, et des coutumes indigènes, le passage par une école spéciale peut être considéré comme une garantie ;

Mais considérant que ce mode de préparation préalable ne peut pas avoir la même utilité pour certaines colonies, où l'état général des mœurs et des institutions est sensiblement le même que dans la métropole, ni pour certains services tels que la direction de l'intérieur, la magistrature, le commissariat de la marine et l'administration pénitentiaire, où le recrutement est assuré déjà, soit par voie de concours, soit par des moyens de sélection identiques à ceux qui sont pratiqués dans les services similaires de France ;

Émet le vœu :

Que le passage à l'École coloniale ne soit, à aucun degré, obligatoire pour l'entrée dans les services qui n'exigent pas des aptitudes autres que celles dont doivent justifier les aspirants aux fonctions similaires de la métropole ;

Que l'entrée à l'École coloniale soit subordonnée à un concours préalable ;

Que les décrets du 23 novembre 1889 soient modifiés en ce sens que l'École coloniale n'ait pas le monopole du recrutement du personnel colonial.

La première section a terminé ses travaux en adoptant un vœu en faveur de la mise à l'enquête par le Gouvernement du projet de Paris port de mer, de M. Bouquet de la Grye ; ce vœu vient s'ajouter à ceux qui ont été déjà exprimés par plusieurs Conseils généraux, par le Conseil municipal de Paris et par une Commission de l'ancienne Chambre des Députés.

La section pense qu'il y aurait un intérêt sérieux pour les colonies à être reliées directement avec la capitale de la Métropole.

DEUXIÈME SECTION. — Algérie et Tunisie. — La deuxième section a continué l'étude des réformes à apporter dans l'organisation générale et administrative de l'Algérie, puis elle a passé successivement aux questions relatives à l'amélioration de son organisation judiciaire et de son organisation financière et économique, à l'exploitation des forêts, aux travaux d'intérêt général, au développement des voies de communication, à l'instruction publique, à la colonisation, à l'agriculture et à la création de l'enseignement agricole.

Les vœux suivants ont été adoptés :

1° Au sujet de l'organisation générale et de l'organisation administrative de l'Algérie.

Qu'il soit procédé, le plus tôt possible, à la révision et à la codification de la législation algérienne ;

Que le régime de la loi soit substitué au régime des décrets ;

Que les indigènes possesseurs de diplômes, les patentés et les anciens soldats soient adjoints au corps électoral municipal ;

Que les membres indigènes des commissions municipales dans les communes mixtes soient nommés à l'élection ;

Que les assesseurs musulmans soient remplacés dans les Conseils généraux par des conseillers indigènes choisis par les électeurs municipaux et que leur nombre soit le quart de celui des membres français ;

Que les indigènes musulmans, non naturalisés, ne soient pas encore représentés dans le Parlement ;

Que l'organisation départementale soit remaniée de façon à ce que le nombre des départements soit porté à six ou à sept ;

Que la loi qui permet aux départements français de s'associer par conférences interdépartementales pour les entreprises d'intérêt commun, soit appliquée à l'Algérie ;

Que l'obligation soit imposée aux sous-préfets d'aviser le gouverneur général des mesures prises par eux ;

Que des administrateurs conservant la décision, tandis que des commissions municipales devenues électives auraient seulement voix consultative, soient maintenus dans les communes mixtes ;

Que les fonctionnaires recrutés, partie en France, partie en Algérie, pré-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 8, p. 493.

sentent les garanties d'une préparation spéciale, et qu'à cet effet il soit institué à l'Ecole coloniale de Paris une section algérienne.

2° Au sujet de l'organisation judiciaire :

Qu'en attendant la simplification de la procédure, la justice indigène soit maintenue et améliorée, et qu'une partie des attributions qui ont été enlevées aux cadis leur soient rendues;

Que le droit de choisir entre la justice française et la justice indigène soit laissé aux plaideurs indigènes;

Qu'il soit apporté plus de soin dans le recrutement du personnel judiciaire, et que des traitements fixes et suffisants soient assurés aux magistrats;

Que les medersas soient réorganisées en vue de la formation, non-seulement du personnel judiciaire indigène, mais aussi du personnel religieux;

Que des indigènes soient admis dans les jurys algériens dans la proportion d'un quart;

Que la connaissance de la langue arabe et une préparation spéciale touchant la législation et les coutumes de l'Algérie soient exigées de ceux qui débutent dans la magistrature indigène;

Que l'inamovibilité soit étendue à la magistrature algérienne;

Que les pouvoirs disciplinaires soient supprimés;

Qu'il soit procédé à une refonte du code de l'indigénat, l'application de ce code devant désormais être confiée aux juges de paix, comme cela a déjà lieu dans les communes de plein exercice;

Que le nombre des juges de paix soit augmenté.

3° Au sujet de l'organisation financière et économique :

Qu'une taxe dite d'hospitalisation soit fixée d'après la moyenne des frais d'hospitalisation auxquels auront donné lieu les étrangers (ce vœu est motivé par l'importance des charges que l'hospitalisation fait peser sur l'Algérie, charges auxquelles il est fait face par l'impôt indigène et par des subventions de l'Etat, alors que l'hospitalisation est pratiquée également envers tous les habitants indigènes, français et étrangers);

Qu'en attendant que la constitution complète de la propriété individuelle, les progrès de l'éducation agricole, et le contact plus intime avec la société européenne aient modifié la situation économique et les habitudes des indigènes, de façon à rendre possible l'établissement de taxes uniformes sur toute la population du pays, le système actuel de l'impôt arabe soit maintenu, sauf à être amélioré par des remaniements de détail;

Que l'achour, le lekkat et la lezma soient conservés; que le hokkor soit supprimé et l'achour mobile étendu au département de Constantine; que les présentes modifications et celles qui interviendraient par la suite ne puissent être édictées que par la loi;

Qu'au moyen des immeubles, terrains ou bâtiments domaniaux qui, après enquête, seraient reconnus n'être ni indispensables à des services publics, ni susceptibles d'être employés ou aliénés en vue de la colonisation, et au moyen aussi de parcelles détachées du domaine forestier, il soit constitué des dotations pour les communes et les hôpitaux, de façon à diminuer les subventions fournies par l'Etat, et à reporter sur d'autres services tout ou partie des ressources actuellement attribuées soit aux communes, soit à l'assistance hospitalière.

4° Au sujet de l'aménagement et de l'exploitation des forêts :

Que les ressources nécessaires à l'exécution immédiate des travaux urgents exigés par l'aménagement, la mise en valeur, la délimitation, et le reboisement des forêts, la construction de chemins d'exploitation et de maisons forestières, soient demandées à un emprunt spécial dont le service d'intérêts et d'amortissement serait assuré au moyen d'annuités inscrites au budget, l'accroissement de dépenses occasionné de ce chef devant être insignifiant eu égard aux augmentations de recettes dont bénéficierait le trésor (1).

5° Au sujet de l'exécution des travaux d'intérêt général et du développement des voies de communication :

Que, pour subvenir aux grandes dépenses nécessaires à la mise en valeur complète de l'Algérie, il soit fait appel aux ressources propres du pays, au concours des collectivités directement intéressées, à l'intervention de l'industrie privée;

Que, pour compléter les travaux de viabilité, les départements soient autorisés à contracter des emprunts et à constituer des garanties d'intérêt, auxquels ils pourvoiraient, soit au moyen de leurs ressources existantes, soit par la création de ressources nouvelles;

Que, pour compléter les travaux des ports, une participation soit demandée aux compagnies de chemins de fer intéressées, aux chambres de commerce, aux municipalités, en les autorisant à se rémunérer par des droits de quai et de tonnage;

Que, pour l'exécution des travaux d'hydraulique agricole, on provoque la formation de syndicats d'usagers, et de sociétés industrielles qui feraient les dépenses d'établissement, et se rémunéreraient par la vente de l'eau, l'Etat n'intervenant que pour assurer une garantie d'intérêt qui pourrait être constituée au moyen d'une légère augmentation de l'allocation budgétaire actuelle.

6° Au sujet de l'instruction publique :

Qu'il soit créé des ressources financières suffisantes pour donner à l'enseignement des indigènes tout le développement nécessaire;

Que cet enseignement soit rendu accessible à l'ensemble de la population enfantine;

Que les écoles dans lesquelles cet enseignement sera donné aient le double caractère d'écoles de langues et d'écoles techniques;

Que la connaissance du français soit exigée de tous les indigènes employés dans les administrations publiques.

7° Au sujet de la colonisation :

Que le projet de loi sur l'aliénation des terres domaniales, actuellement soumis aux chambres, lequel vise à faire intervenir l'Etat dans la colonisation de manière à favoriser le peuplement français, soit adopté dans ses dispositions essentielles, et mis à exécution dans le plus bref délai;

Que les pouvoirs publics et les sociétés privées fassent tous leurs efforts pour diriger sur l'Algérie une partie du courant d'émigration qui entraîne d'une façon continue un nombre important des habitants des campagnes des départements du sud-ouest de la France vers l'Amérique du sud;

Que les détenus des maisons de correction soient employés à des travaux de défrichement, et que les terrains ainsi préparés soient vendus à des familles françaises.

8° Au sujet de l'agriculture et de l'enseignement agricole :

Qu'il soit créé trois fermes-écoles par département, l'une sur le littoral, une autre dans le Tell, et la troisième sur les hauts plateaux;

Que ces fermes-écoles soient en même temps des bergeries modèles;

Qu'elles soient établies chez des colons offrant des garanties de savoir et les ressources nécessaires comme installations.

Ces fermes seraient destinées à former de bons agriculteurs, des régisseurs et des chefs de culture expérimentés, malheureusement fort rares en Algérie.

(A suivre.)

INFORMATIONS

Engrais de déchets de poissons.

Dans les pêcheries de France, et surtout dans celles de Norvège, on utilise les déchets du poisson pour les convertir en un engrais précieux, dit *guano de poisson*, qui commence à être fort estimé.

Depuis plusieurs années, l'abondance extraordinaire des harengs sur les côtes de la Suède et de la Norvège a engagé certaines grandes Compagnies, organisées pour la pêche en ces parages, à transformer les harengs en engrais, par suite du bas prix de cette matière première. Les résultats obtenus sont, paraît-il, excellents, et l'influence de ces engrais sur les récoltes est satisfaisante.

Le guano de morue est également très apprécié. Dosant 8 à 9 % d'azote, 12 à 13 % d'acide carbonique et 1 à 2 % de potasse, il forme un engrais complet, qui se vend moins cher que les guanos du Pérou, et son action est tout aussi efficace, surtout dans les terres calcaires ou sablonneuses. L'azote organique provenant des matières animales est beaucoup plus assimilable que celui d'origine végétale, et cependant ce dernier est plus cher que les engrais de poisson, la poudre de morue, la poudre de hareng, etc.

Tonneaux à bière en papier.

Les Américains fabriquent aujourd'hui des tonneaux à bière en papier mâché. Depuis longtemps déjà, on se servait de cette matière pour la fabrication des roues de wagons et des châssis de voitures; les objets ainsi confectionnés sont légers, solides et faciles à mouler. On emploie également avec succès des briques en pâte de papier.

La brasserie s'est emparée à son tour de cette invention; si l'essai répond aux espérances, il provoquera une véritable révolution dans cette industrie. Un fabricant de Newark a pris un brevet pour un procédé de fabrication de tonneaux en pâte de papier qui ne le cèdent en rien à ceux en chêne. Pour la fabrication de la pâte, il emploie une herbe très fibreuse non utilisée jusqu'ici, et qui croît en grandes quantités entre Jersey-City et Newark; la pâte ainsi obtenue convient parfaitement à l'usage auquel on la destine.

Un autre entrepreneur a construit une machine qui, dirigée par deux personnes, livre journellement 600 barils. Ceux-ci, après être sortis de la forme, sont enduits, au moyen d'un procédé spécial, d'un vernis antiseptique qui, une fois sec, prend l'apparence de la porcelaine. Les tonneaux sont, par conséquent, faciles à nettoyer et ne pourrissent pas aisément.

Mouvement de la navigation des navires de mer dans le port d'Anvers.

Voici le résumé du mouvement du port d'Anvers en 1889 :

Arrivées en 1888	4.272 navires	jaugeant ensemble	3.869.980 tonn.
— 1889	4.379	—	4.050.705 —
En plus en 1889	107	—	180.726 —

Les navires se décomposent ainsi :

1888,	4.262 navires :	3.503 vapeurs	769 voiliers;
1889,	4.379	— 3.608	— 771 —

En plus en 1889, 103 vapeurs et 2 voiliers.

Tonnage des vapeurs arrivés en 1889 :	3.756.715 tonneaux
— voiliers	— 239.991 —

(1) Ce vœu est motivé par l'état actuel des forêts domaniales, qui constituent une valeur presque improductive, bien que ces forêts puissent fournir à l'Etat d'importantes ressources, les seules forêts de chênes-lièges pouvant donner un revenu net de plusieurs millions.

BARRAGE MOBILE

Système de M.L.Pochet, Ingénieur

Fig.1. Elévation d'a

Passes navigables

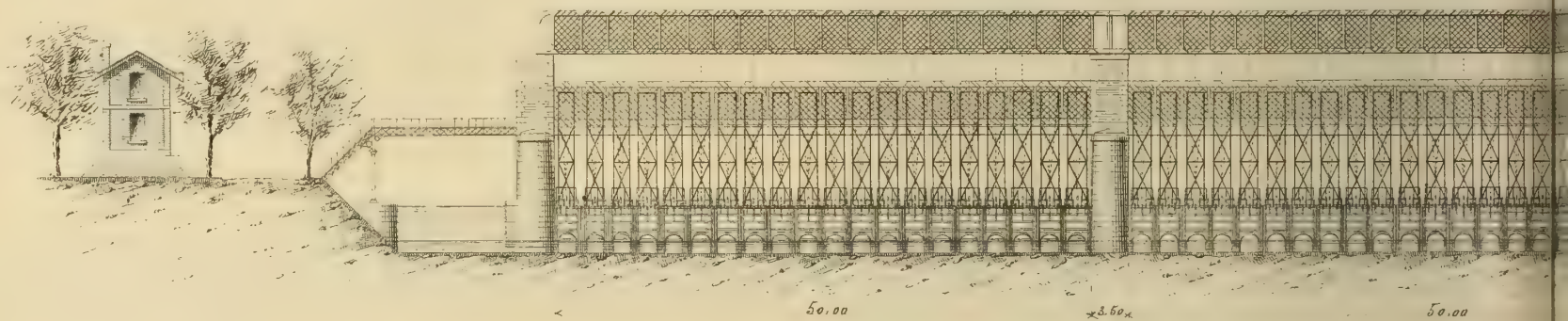
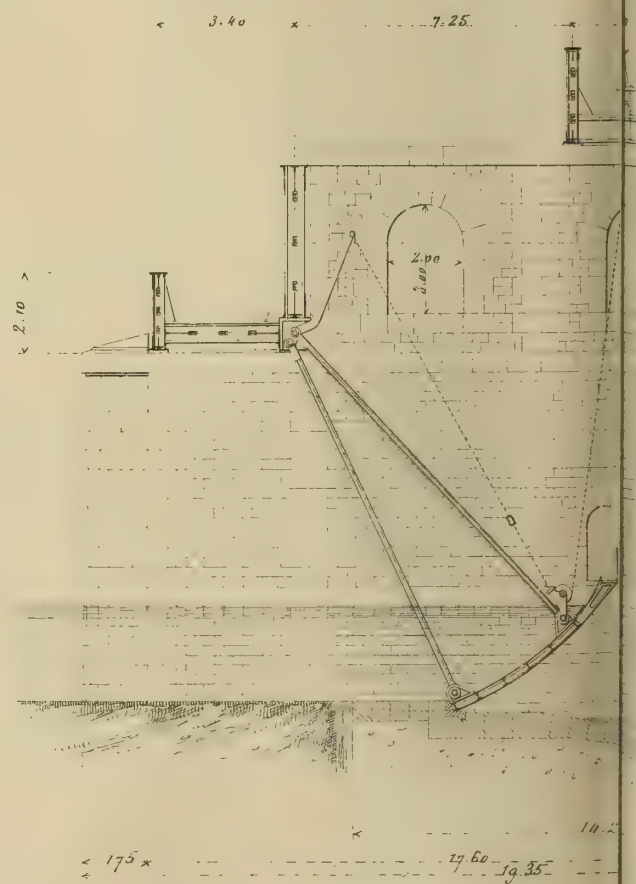
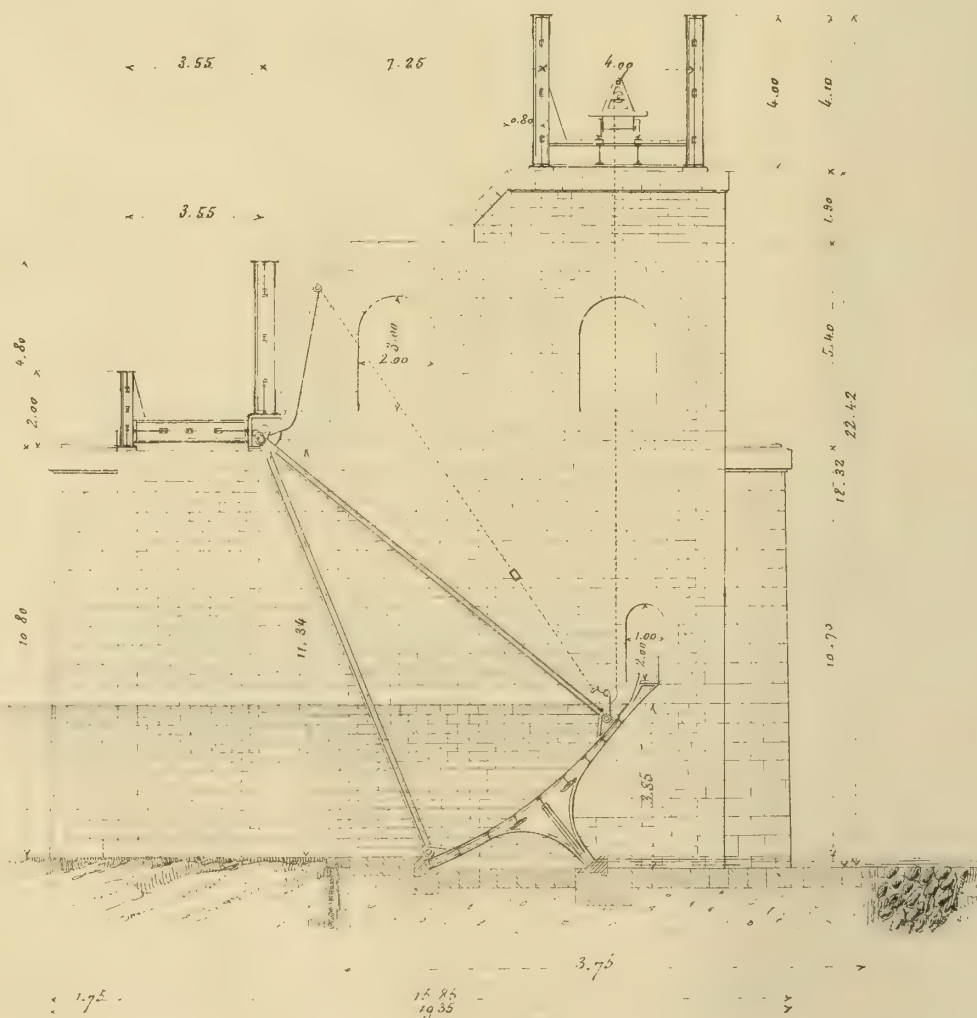


Fig.2. Coupe en travers de la passe navigable pour une retenue de 4 mètres.

(Echelle de 0,005 p 1 m.)

Fig.3. Coupe en travers du d pour retenue de 4 mètres

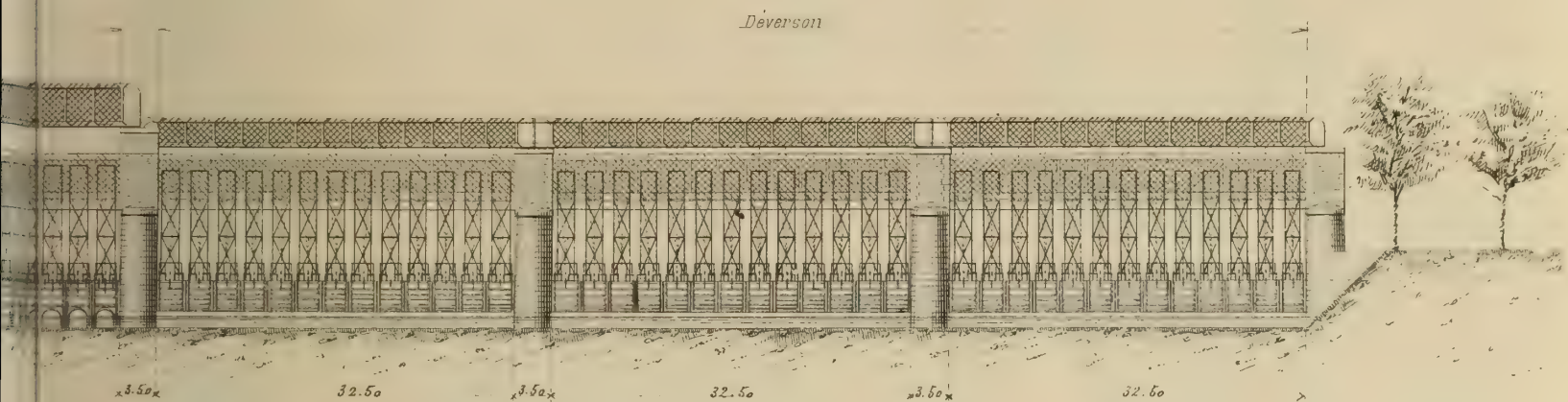
(Echelle de 0,005 p 1 m.)



LA GRANDE CHUTE.

en Chef des Ponts-et-Chaussées.

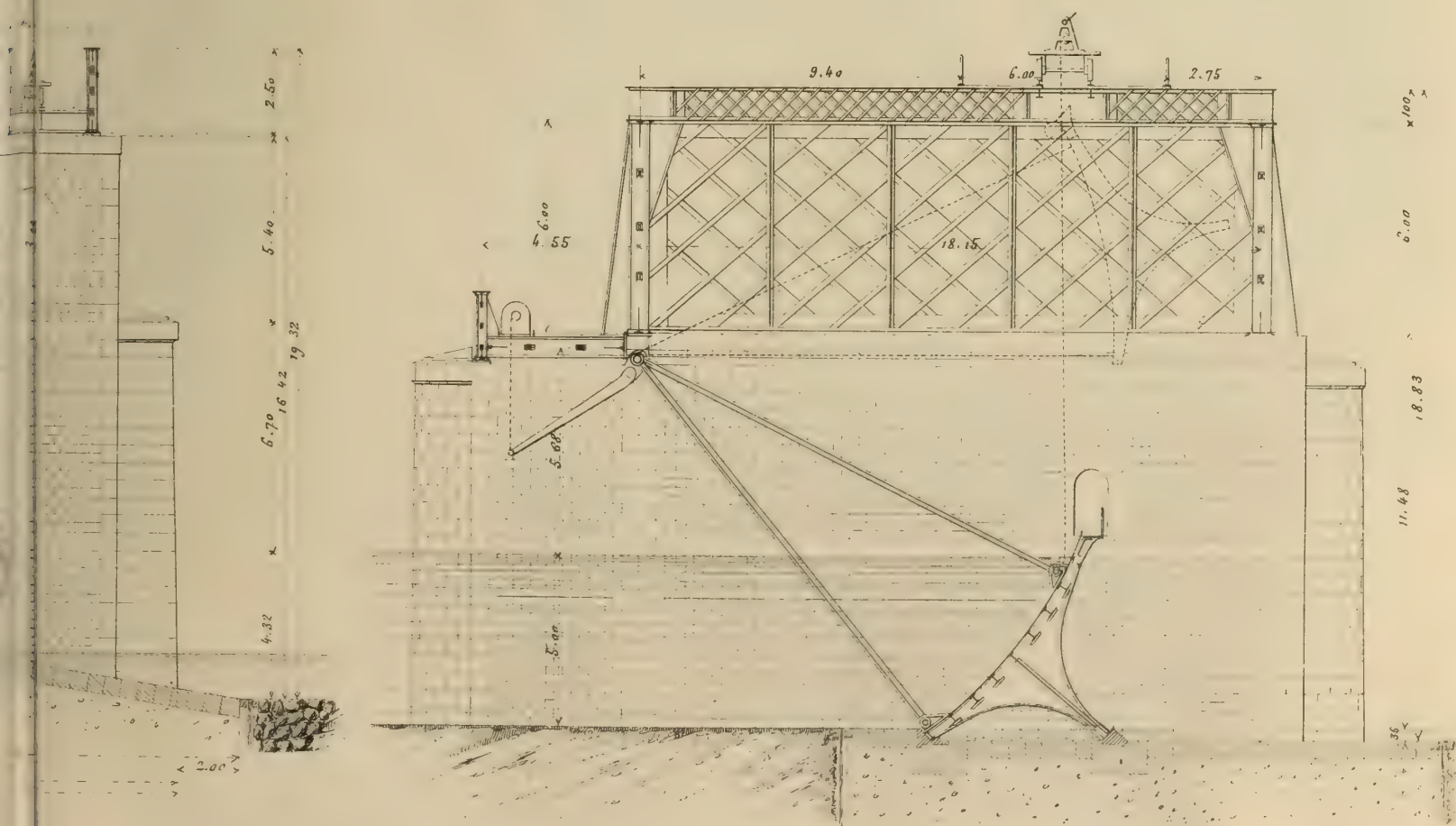
(Echelle de 1/0015 p 1 m)



PSOIR

Fig. 4. Coupe en travers de la passe navigable pour une retenue de 5 mètres.

(Echelle de 0,005 p 1 m)



EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LA MAISON J. BOULET ET C^{ie} (HERMANN-LACHAPELLE)

GROUPE VI, CLASSES 50, 52 ET 57 ET GROUPE VII, CLASSE 49

Historique. — La maison Hermann-Lachapelle a été fondée en 1858, par M. Hermann-Lachapelle.

La fabrication des eaux gazeuses était alors à son début en France; son matériel était défectueux, d'une faible production, et la maison nouvelle avait pris pour spécialité la construction des appareils de cette industrie.

M. Hermann-Lachapelle, après une série d'études et d'expériences, fut amené à construire des appareils nouveaux qui réalisaient de réels progrès.

Il créa également le type de machine à vapeur qui porte son nom et qui a rendu de très grands services à la petite industrie.

Les ateliers de la maison devinrent bientôt insuffisants, à mesure

installer deux de 250 chevaux à Rochefort et en a commandé deux de 200 chevaux pour le port de Cherbourg, en même temps que l'industrie privée en employait pour fabriques de chocolat, minoteries, installations d'éclairage électrique, etc.

Les ateliers du faubourg Poissonnière étant devenus rapidement insuffisants, la Société Boulet et C^{ie} acheta de vastes terrains, rue Boinod, d'environ 10 000 mètres carrés de superficie, où furent transportés les anciens ateliers, ainsi que la chaudronnerie d'Aubervilliers. Tous les services sont ainsi concentrés sous une surveillance et une direction uniques.

L'installation de ces nouveaux ateliers a réalisé les conditions les plus parfaites d'organisation du travail; l'outillage a été complété et perfectionné.

Les travaux de la maison Boulet, par leur variété considérable, s'adressent à un très grand nombre d'industries et d'entreprises de travaux publics. Elle fournit aux chantiers de terrassements des exca-

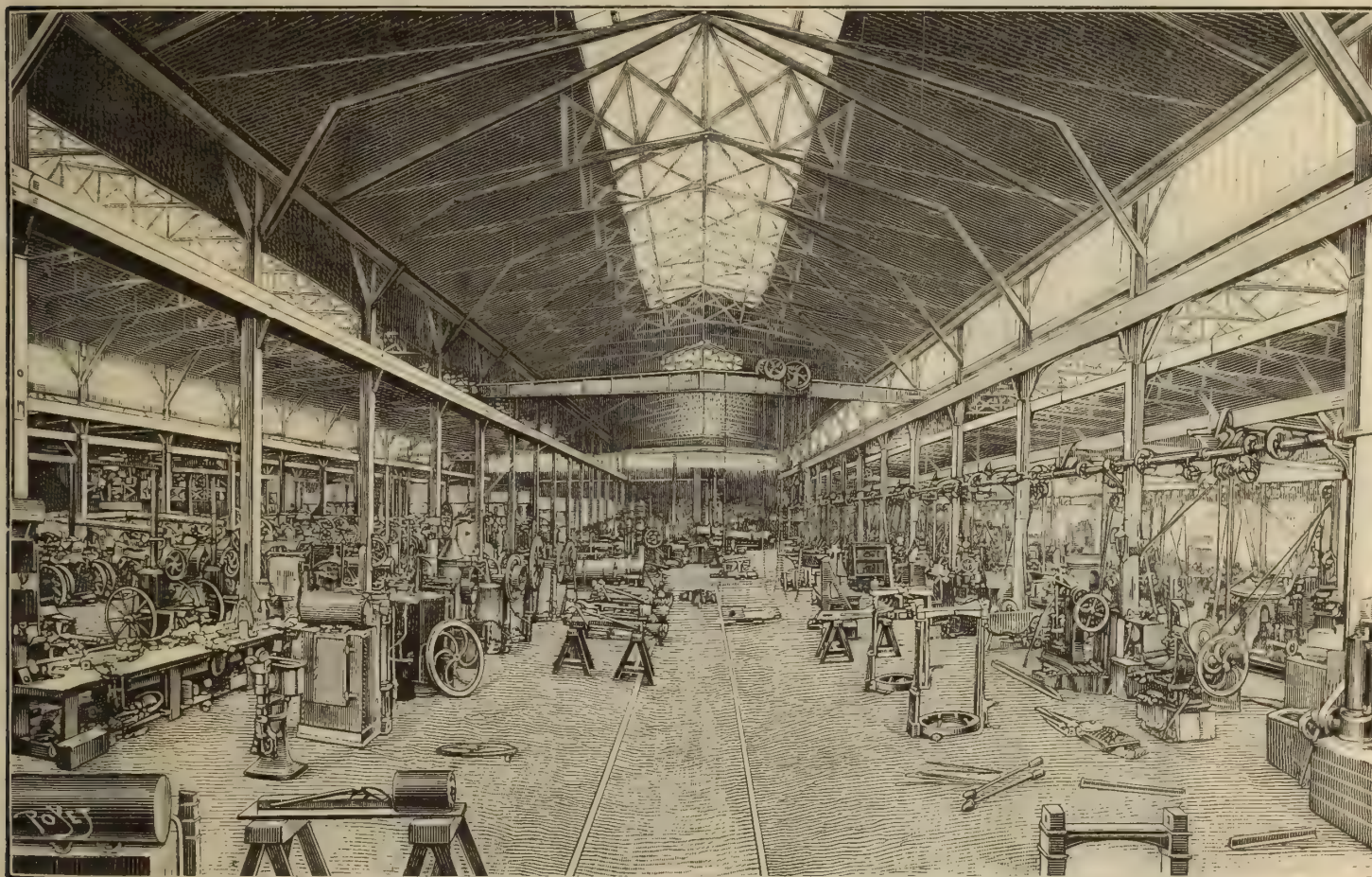


FIG. 1. — Vue intérieure des ateliers de la maison J. Boulet et C^{ie} (Hermann-Lachapelle).

que se développait la vente des moteurs et des appareils à eaux gazeuses, et durent être agrandis. L'outillage s'était complété, le nombre des ouvriers dépassait 200.

En 1870, M. Hermann-Lachapelle mit son usine à la disposition du Gouvernement de la Défense nationale, pour la fabrication des canons et des obus.

En 1873, de nouveaux agrandissements devinrent nécessaires. L'usine se développa sur une superficie de 4 000 mètres carrés, englobant tout l'espace compris entre le faubourg Poissonnière, la rue de Rocroy et la rue de Dunkerque. Un atelier spécial de chaudronnerie avait été installé rue d'Aubervilliers.

Au mois d'août 1879, M. Hermann-Lachapelle céda ses établissements à son Ingénieur, M. J. Boulet, qui était son collaborateur depuis près de quinze années. Celui-ci forma aussitôt une Société en commandite par actions, dont il fut nommé le directeur, et qui lui permit de porter la maison au degré d'importance qu'elle a conquis aujourd'hui, et d'accroître beaucoup la variété de ses travaux.

La fabrication des boissons gazeuses était devenue un accessoire; on y avait joint celle des pompes, des batteuses, des moulins et des moteurs, mais jusqu'en 1879, la fabrication, pour ces derniers, ne dépassait pas 30 chevaux de force. M. Boulet n'hésita pas à aborder la construction de moteurs de tous systèmes et de toutes forces. La maison se charge aujourd'hui de l'étude et de l'exécution de tout travail de construction mécanique, ainsi que de l'établissement de machines à vapeur atteignant et dépassant même 300 chevaux de force. Elle construit les machines horizontales fixes compound, ainsi que les machines verticales pilon spécialement employées dans les installations d'éclairage électrique et dans les bateaux. La Marine en a fait

vateurs qui avaient fait leurs preuves bien avant les essais de Pantin, en 1885, lors du concours institué par la Compagnie de Panama. Elle construit des moteurs à gaz, à vapeur, des moulins, des chaudières de tous systèmes, des pompes, des appareils de vidange; enfin elle possède le privilège de la fabrication du filtre Chamberland.

Récompenses aux expositions. — Depuis 1879, la maison Boulet a obtenu de nombreuses et hautes récompenses dans les expositions. En voici la nomenclature :

- 1879. Médaille d'or, à Libourne (submersion des vignes);
- 1879. Membre du jury (Exposition de Paris);
- 1882. Médaille d'argent, à Buenos-Aires;
- 1883. Médaille d'or, à Amsterdam;
- 1883. Diplôme d'honneur, à Blois;
- 1885. Diplôme d'honneur (Exposition de meunerie), Paris;
- 1885. Membre du jury (Exposition des inventions), Paris;
- 1885. Diplôme d'honneur (Exposition du travail), Paris;
- 1885. Diplôme d'honneur, Exposition universelle d'Anvers;
- 1885. Médaille d'or, Exposition universelle d'Anvers;
- 1886. Diplôme d'honneur (Exposition des arts industriels), Paris;
- 1886. Diplôme d'honneur (Exposition d'hygiène), Marseille;
- 1887. Diplôme d'honneur (Exposition des produits pharmaceutiques), Paris;
- 1887. Médaille d'or, Exposition du Havre;
- 1887. Diplôme d'honneur (Exposition d'hygiène), Lyon;
- 1887. Diplôme d'honneur, à Toulouse;
- 1887. Chevalier du Dragon de l'Annam, à Hanoi;
- 1887. Diplôme d'honneur, à Hanoi;
- 1888. Diplôme d'honneur (Exposition d'hygiène), Nîmes;
- 1888. Diplôme d'honneur (Exposition d'hygiène), Châteauroux;
- 1888. Membre du jury (Exposition universelle), Barcelone;

1888. 2 médailles d'or (Exposition universelle), Barcelone;
1888. Croix de la Légion d'honneur;
1889. 4 médailles d'or. Exposition universelle de Paris.

Spécialités de la maison. — Nous allons examiner rapidement quelques-uns des travaux qui constituent les spécialités de la maison.

Appareils continus pour la fabrication des boissons gazeuses. — Si-

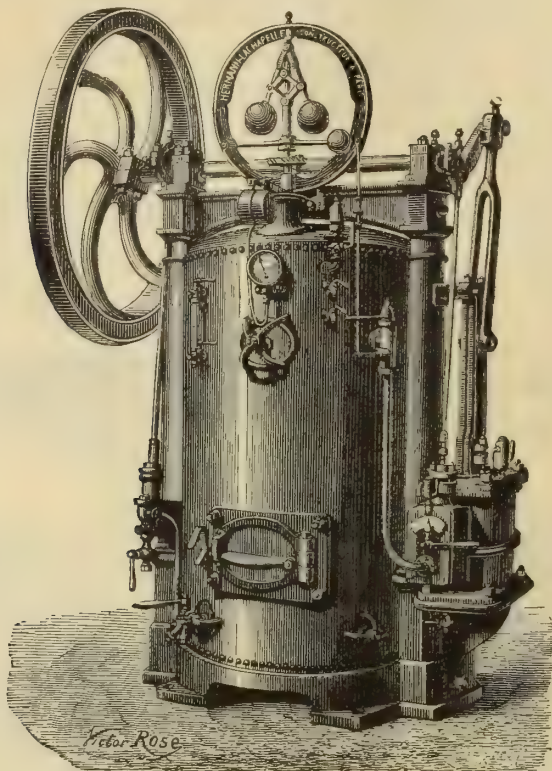


FIG. 2. — Machine à vapeur verticale.

phons. — La consommation annuelle de la France est de près de 300 millions de siphons ou de bouteilles de boissons gazeuses, représentant une valeur d'environ 75 millions de francs. Les appareils de

soupape, en platine, est inusable. Le dégagement du gaz se règle au gré du conducteur ; il se produit sans pression ;

2° L'épurateur, composé de trois compartiments. Un laveur en cristal, surmontant le cylindre en cuivre étamé, permet de suivre le dégagement du gaz, qui en sort parfaitement lavé ;

3° Le gazomètre en tôle galvanisée est à double suspension et d'une grande sensibilité ;

4° Le saturateur est la pièce capitale. Il se compose de la pompe.

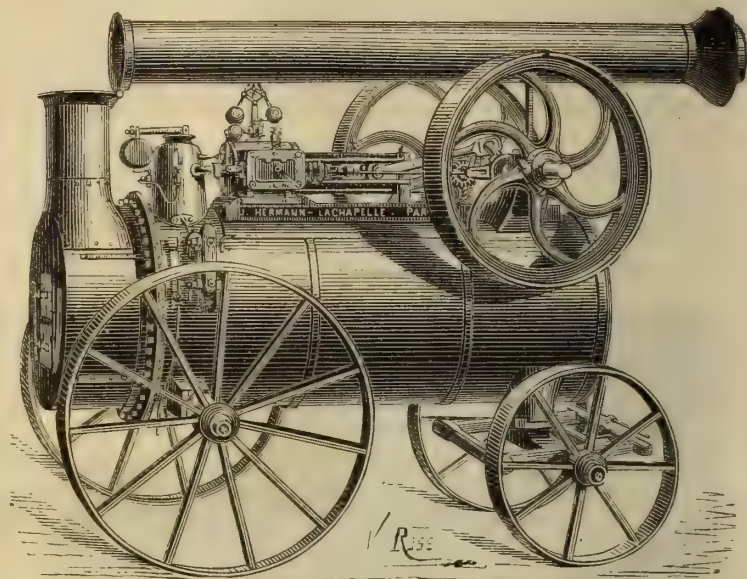


FIG. 3. — Machine horizontale sur roues à chaudière à retour de flamme et à foyer amovible.

du bac d'alimentation, de la sphère, du volant de l'arbre et des engrenages moteurs groupés sur une colonne en fonte. La sphère est en bronze, fondue d'une seule pièce et argentée intérieurement ;

5° et 6° Les tirages à bouteilles et à siphons, dont le nombre est en rapport avec la puissance des appareils ; l'eau et le gaz ne s'y trouvent en contact qu'avec de l'étain pur.

En outre de ces appareils, la maison en construit d'autres destinés spécialement aux vins mousseux et à la gazéification des bières. Les premiers sont employés aujourd'hui dans les caves champenoises

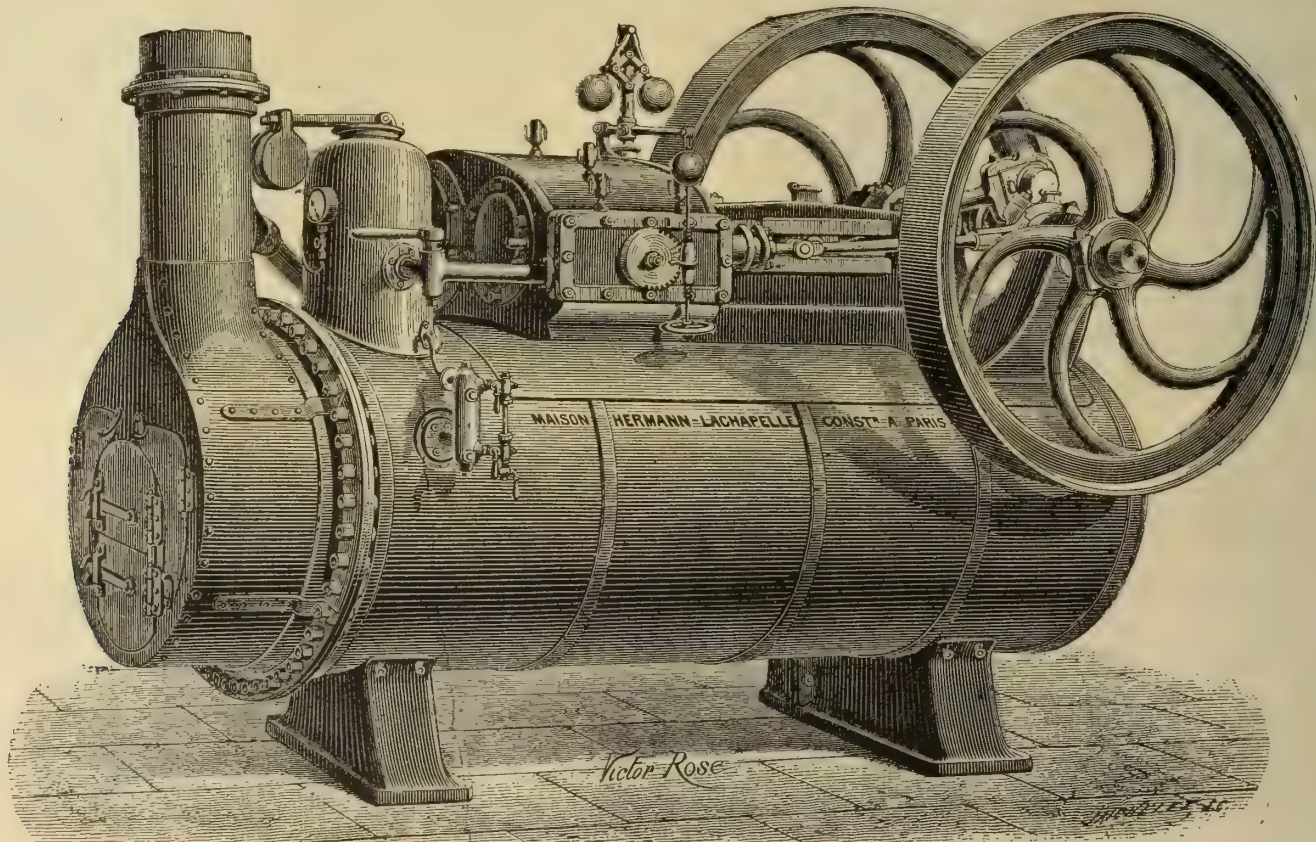


FIG. 4. — Machine à vapeur horizontale demi-fixe, à double cylindre compound et à condensation.

M. Hermann-Lachapelle, employés par près de 3 000 fabricants français ou étrangers, sont classés en dix séries, suivant leur puissance. Chacun d'eux se compose de six parties, qui sont :

1° Le producteur, pourvu d'un mélangeur horizontal assez puissant pour qu'il soit inutile de délayer ou pulvériser d'avance les carbonates. La boîte à acide placée à l'extérieur est fixée à l'aide de vis à écrous. La distribution s'opère par un orifice invariable. La tige-

simultanément avec l'ancienne méthode, qu'ils contribuent à rendre plus rapide et plus efficace.

Cette première branche d'industrie a été complétée par la fabrication des siphons. Chaque vase en cristal, avant d'être livré, est essayé à une pression de 15 atmosphères. Le corps du siphon et les fermetures sont en étain anglais.

Machines à vapeur verticales (fig. 2). — La construction de la machine

verticale dite à socle-bâti isolateur date des premières années de la fondation de la maison. Elle se prête à un grand nombre d'usages, et elle a été un moyen puissant de vulgariser, dans l'agriculture et la petite industrie, l'usage de la vapeur.

La force de ces moteurs varie de 1 à 4 chevaux lorsqu'ils sont à détente fixe, et de 6 à 12 chevaux lorsqu'ils sont à détente variable par le régulateur. Leur conduite et leur entretien sont très simples; tous les organes sont à la portée du mécanicien, et un ouvrier non expérimenté arrive très facilement à pouvoir diriger ces machines.

L'espace qu'elles occupent est très faible et ne dépasse pas 1^m250 pour une machine de 4 chevaux. On peut y brûler toute espèce de combustible.

Ces moteurs sont économiques, simples et commodes. Aussi le nombre de leurs applications est considérable, dans des industries nombreuses et variées, ainsi que dans certaines écoles du Gouver-

La consommation de charbon varie entre 1^{kg}500 et 2^{kg}800 par heure et par cheval.

Machines à vapeur horizontales fixes. — Des machines locomobiles et demi-fixes, la maison Boulet a été conduite à la construction des machines horizontales fixes, d'une force variant entre 2 et 50 chevaux-vapeur. Ces machines, dans lesquelles on a réuni toutes les améliorations nouvelles: enveloppe de vapeur, détente variable, régulateur isochrone, etc., fonctionnent dans les chantiers de la marine et des travaux publics et dans un grand nombre d'établissements industriels. Leur simplicité, leurs formes robustes, les recommandent pour les exploitations agricoles. Un grand nombre ont été installées dans des moulins.

Machines à vapeur horizontales fixes, à grande détente et à fermeture rapide. — Dans la construction de ces nouvelles machines horizon-

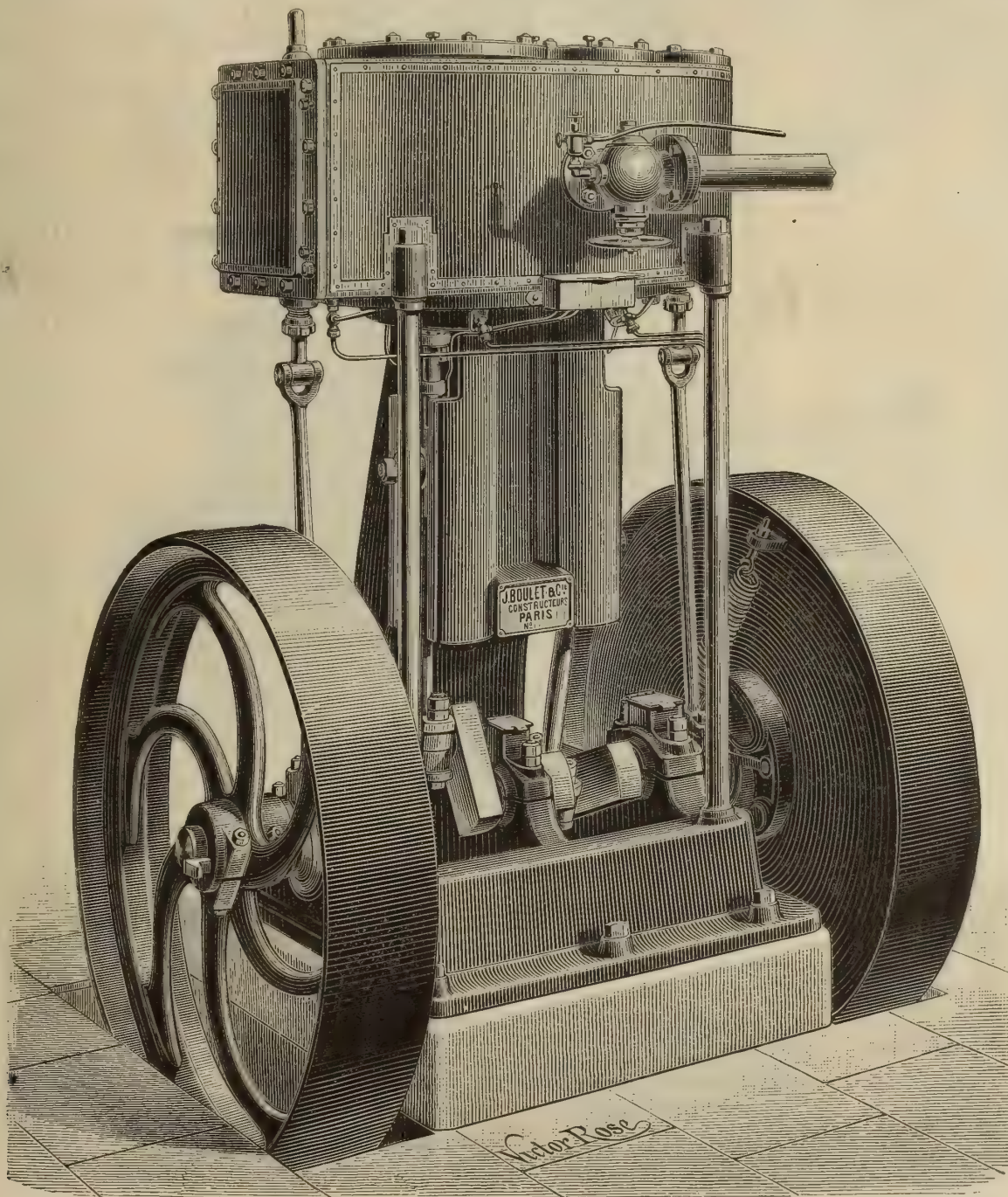


Fig. 5. — Machine à vapeur verticale fixe dite machine à pilon.

nement, entre autres à l'Ecole des Ponts et Chaussées, où l'une d'elles sert aux démonstrations pratiques de l'enseignement. Une autre est employée à la Sorbonne pour l'éclairage électrique.

Machines horizontales sur roues ou demi-fixes; chaudières à retour de flamme et à foyer amovible (fig. 3). — Ces machines, dont les chaudières sont du système Thomas et Laurens, perfectionné par M. Hermann-Lachapelle, ont reçu les mêmes améliorations de détail que les précédentes.

Leur force varie de 4 à 50 chevaux. Le mécanisme peut être, à volonté, séparé de la chaudière et peut recevoir alors la vapeur d'un générateur quelconque.

Ce type de machine est très économique, en raison de la combustion complète de tous les gaz et du retour de flamme dans tous les tubes avant d'arriver à la cheminée.

tales, M. Boulet a cherché à réunir la simplicité et l'élégance des formes, il a voulu apporter à la distribution de vapeur les perfectionnements les plus récents, en évitant la complication et la délicatesse des organes du mécanisme à 4 distributeurs, genre Corliss, Sulzer et autres analogues, exigeant des réparations fréquentes. Il a créé un type spécial, à la fois simple et robuste, variant de 25 à 100 chevaux.

Le bâti est du type américain à baïonnette; la partie formant glissière est cylindrique et concentrique à l'axe du cylindre; il en résulte que le mouvement de la bielle s'effectue toujours dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'arbre moteur.

La construction du cylindre est un peu spéciale. Le cylindre est rapporté avec les lumières dans l'enveloppe et se trouve maintenu dans l'axe, à l'arrière par le fond, à l'avant par une douille encastrée

dans l'enveloppe et formant presse-étoupes. La partie intérieure de l'enveloppe formant boîte à vapeur porte à ses deux extrémités une ouverture rectangulaire par où sort la vapeur d'échappement. Les tiroirs, doubles et fondus d'une seule pièce, portent à la fois sur les glaces du cylindre et sur les ouvertures ménagées dans l'enveloppe. Les glaces du cylindre sont inclinées de façon à réduire la longueur des conduits à l'épaisseur du cylindre; les espaces nuisibles sont donc presque nuls. La consommation de charbon varie de 0^{kil}900 à 1^{kil}200 par cheval et par heure.

Machines à vapeur horizontales demi-fixes, à double cylindre compound et à condensation (fig. 5). — Ces machines, qui répondent bien aux nécessités de l'industrie moderne, sont une ingénieuse combinaison du système compound avec la disposition des moteurs demi-fixes, à chaudière tubulaire, foyer amovible et retour de flamme. Elles agissent au moyen d'un grand et d'un petit cylindre, juxtaposés et boulonnés au bâti par une large bride verticale. La vapeur, au sortir de l'enveloppe, travaille en détente dans le petit cylindre, passe ensuite dans un réservoir intermédiaire, se rend de là dans le grand cylindre où elle travaille également en détente et, enfin, soit au condenseur, soit à l'air libre.

La distribution se fait au moyen d'un simple tiroir à coquille qui suffit pour obtenir les détentes les plus étendues et permet de réduire notablement les espaces nuisibles. Les manivelles des deux pistons sont calées à 90°.

Ces moteurs réalisent une sérieuse économie de combustible. La dépense de charbon varie de 1 kilogr. à 1^{kil}200 par cheval et par heure; leur régularité de marche est absolue, leur entretien simple et facile. Ils sont répartis en 9 séries, dont la force varie de 10 à 120 chevaux-vapeur.

Machines à vapeur fixes compound. — Ce nouveau type de machine à vapeur est d'une construction solide et élégante, en même temps que d'une grande régularité de marche.

Le bâti, robuste et bien assis sur les fondations, porte les glissières inférieures et les paliers à rattrapage de jeu. Les deux cylindres sont reliés au bâti, par quelques boulons à la partie inférieure et, sur une face verticale, par des douilles en acier formant presse-étoupes. La chemise intérieure du petit cylindre est coulée séparément, en fonte résistante.

Des tiroirs à coin distribuent la vapeur dans les deux cylindres, dont les manivelles sont calées à 90°.

Sur le dos des tiroirs se meuvent deux plaques à écartement fixe et à course variable, qui règlent le degré d'admission dans le petit cylindre.

La pompe à air, placée à l'opposé du volant, est actionnée par une manivelle calée sur l'arbre; sa bielle commande un balancier qui actionne la pompe alimentaire. Ces pompes sont à simple effet.

La pompe à air est à piston compensé. Les clapets sont en dehors du corps de pompe, de façon à en rendre la visite facile et rapide; une soupape double permet l'échappement à l'air libre.

Les glissières sont cylindriques; toutes les articulations sont à rattrapage de jeu, les parties en contact cimentées et trempées. Le régulateur, du système Andrade, est absolument isochrone. La barre de détente, actionnée par le régulateur, se meut dans une coulisse verticale, de façon à varier la course des plaques de détente. Cette coulisse est commandée par une petite bielle articulée sur la barre de distribution, le plus près possible du collier d'excentrique; l'inclinaison de cette petite bielle détermine l'avance sur le mouvement de distribution. L'admission varie ainsi de 0, à 0,65 et plus, s'il est nécessaire. Cette détente est également réglable à la main.

Dans les fortes machines, l'attaque de la coulisse peut être faite par un excentrique spécial donnant le même degré d'avance.

La série des machines de ce genre, construites par la maison Boulet et Cie, varie depuis 15 jusqu'à 300 chevaux de force. L'une d'elles, de 140 chevaux de force, servait de force motrice à la classe 37, à l'Exposition universelle de 1889.

Machines à vapeur verticales fixes, dites machines à pilon (fig. 6). — Ces machines conviennent surtout pour les installations d'éclairage électri-

que, la commande de l'hélice et des pompes dans les bateaux, la manœuvre des ponts et treuils roulants, des grues, trucs, treuils, etc.

On en construit trois types :

1° La machine à un seul cylindre;

2° La machine à deux cylindres égaux;

3° La machine à deux cylindres inégaux dite Compound.

Dans ces trois types, l'arbre du volant est placé au bas de la machine, ce qui permet de placer une machine de force relativement grande dans un espace restreint. En outre, la course des pistons de ces machines, comparativement au diamètre de ces cylindres, étant beaucoup plus faible que dans tous les autres systèmes, on peut les faire tourner à un grand nombre de tours, sans exagérer la vitesse de ces pistons.

Ces machines donnent une sérieuse économie de combustible. C'est un type adopté par la marine et qui tend à se répandre beaucoup dans l'industrie.

Le bâti, coulé d'une seule pièce avec la plaque de fondation, porte les glissières cylindriques et les paliers moteurs. Deux colonnes en fer, placées devant les paliers extrêmes, servent d'appui au groupe des cylindres.

Les cylindres, d'une seule pièce, sont fixés sur le plateau supérieur du bâti. La vapeur, au sortir de l'enveloppe, est distribuée dans le petit cylindre par les arêtes intérieures de deux tiroirs cylindriques commandés par le même excentrique et équilibrés par leur différence de section. La vapeur s'échappe ensuite par les arêtes extérieures, se rend dans le réservoir intermédiaire et de là, par un tiroir à coquille, est distribuée dans le grand cylindre.

Le modérateur centrifuge, qui agit directement sur l'excentrique de distribution du petit cylindre, est formé de deux masses chargées de plomb, articulées sur deux axes fixés au volant. Ces masses agissent au moyen de deux petites bielles sur l'excentrique de distribution qu'elles font tourner sur une partie excentrée du volant. Enfin, deux ressorts fixés à la jante et parfaitement

réglés agissent sur les masses en les ramenant vers le centre. Dans le mouvement de l'excentrique, l'avance reste à peu près la même; l'admission peut varier de 0 à 0,65 et plus.

Toutes les articulations sont à rattrapage de jeu; toutes les parties en contact sont cimentées et trempées.

Dans les machines à condensation, le condenseur et les pompes sont placés en contrebas à l'extrémité de l'arbre moteur; la vapeur arrive par un tuyau vertical. La pompe à air est actionnée directement par une manivelle calée sur l'arbre, sa bielle commande un balancier qui actionne la pompe alimentaire. Ces pompes sont à simple effet. Les clapets de la pompe à air sont en dehors du corps de pompe, de façon à en rendre la visite très facile et rapide. Une soupape double peut permettre l'échappement à l'air libre.

Ces machines, d'un entretien et d'une réparation faciles, sont adoptées pour la commande des dynamos.

Machines marines à deux cylindres, dites machines à pilon. — Deux types différents de ces machines ont été créés tout récemment par M. Boulet.

L'un de ces types, à un seul cylindre, est destiné spécialement aux petites embarcations, chaloupes, yachts, bateaux de plaisance; l'autre type, à deux cylindres compound, est appliqué sur les bateaux à passagers, bateaux de transport, remorqueurs, canonnières, etc.

Toutes les pièces en sont facilement accessibles.

Dans les machines à condensation par surface, les tubes du condenseur sont en laiton étamé et munis chacun d'un presse-étoupes les reliant aux plaques tubulaires en bronze. Le condenseur et les pompes sont placés à l'arrière du bâti, en contrebas des cylindres.

Les pompes sont commandées par deux leviers doubles s'attellant directement sur les têtes de piston des cylindres.

Ces machines sont pourvues d'une pompe alimentaire et d'une pompe de cale. Ces pompes sont disposées pour refouler au besoin

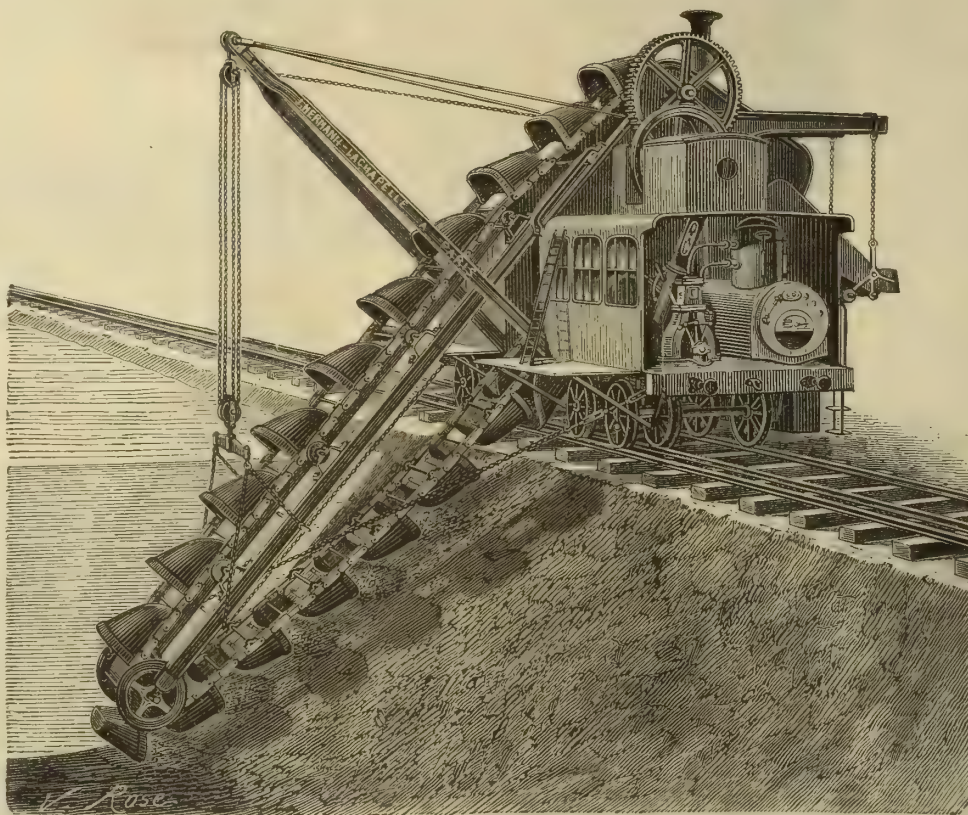


FIG. 7. — Excavateur système Couvreux, pour terrassements.

sur le pont, avec une tubulure spéciale pour servir comme pompes à incendie.

Les appareils de graissage les plus perfectionnés ont été appliqués, de manière à permettre le graissage de toutes les articulations, même en marche à grande vitesse.

Des machines de ce système ont été fournies à la Compagnie de la Basse-Loire et pour le bateau remorqueur *Neptune*, à Rouen, pour plusieurs porteurs, pour la *Ville de Nantes*, etc. La maison Boulet construit en ce moment, pour la Compagnie des Messageries maritimes, un remorqueur actionné par une machine à triple expansion de la force de 300 chevaux. Les bateaux à vapeur des grands magasins du Louvre sont munis de machines de ce même type.

En outre des machines, la maison construit un grand nombre de types de chaudières. Nous allons signaler les principaux.

Chaudières verticales à foyer intérieur et à bouilleurs croisés. — La petite industrie emploie beaucoup ce système de chaudières; elles tiennent peu de place, sont faciles à nettoyer, ont une grande surface de chauffe et utilisent bien le calorique.

Chaudières tubulaires à retour de flamme et à foyer amovible. — Ces chaudières, grâce au retour de flamme, permettent de réaliser une grande économie de charbon. La disposition du foyer permet de le retirer de l'enveloppe et facilite son nettoyage et celui des tubes qui l'environnent. La dilatation libre permet, en outre, d'éviter les fuites qui se produisent à la plaque tubulaire dans les systèmes qui ont deux joints, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière.

Chaudières à vapeur horizontales tubulaires et à foyer extérieur. — Le foyer de ces chaudières est extérieur et en maçonnerie. On peut le faire assez grand pour qu'il soit possible d'employer au chauffage les déchets d'usines, sciure, écorces, tannée, etc. Les gaz de la combustion longent le carneau sous la chaudière, reviennent par les tubes dans la boîte à fumée et se rendent à la cheminée par les deux carneaux de côté. On obtient une grande surface de chauffe sous un petit volume. Ces chaudières occupent un emplacement très restreint et nécessitent peu de frais de maçonnerie; leur nettoyage est très facile, elles demandent fort peu d'entretien et ne sont pas sujettes à des réparations nombreuses.

Chaudières à vapeur marines tubulaires et à retour de flamme. — Dans ces chaudières, le foyer cylindrique est relié par son extrémité à la boîte à feu, dans laquelle les gaz se mélangent et brûlent avant de passer par les tubes pour se rendre à la cheminée.

La virole supérieure du foyer est d'une seule pièce, et assez large pour que les deux lignes de rivets se trouvent en contrebas de la grille, ce qui empêche la rivure de se trouver en contact direct avec la flamme. Une série d'entretoises vissées et rivées, de tirants et de tubes-tirants en nombre suffisant, consolident tout l'ensemble et s'opposent aux déformations.

La prise de vapeur est placée sur la partie supérieure d'un réservoir, ce qui empêche les entraînements d'eau et permet de n'utiliser que la vapeur sèche. Enfin, des trous d'homme et des bouchons autoclavés, convenablement disposés, facilitent le nettoyage parfait de la chaudière.

La série de ces chaudières s'étend de 8 à 200 chevaux. La maison Boulet possède un vaste atelier de chaudronnerie, pourvu d'un outillage spécial et dans lequel tout le travail se fait mécaniquement.

Excavateurs système Couvreux, pour terrassements (fig. 7). — On n'a pas oublié qu'en 1884, la Compagnie du canal interocéanique de Panama avait invité plusieurs grandes maisons de construction de France à

étudier et à établir un type d'excavateur dont elle devait faire usage dans ses travaux. Parmi les quatre projets retenus se trouvait celui que la maison Boulet et C^{ie} avait étudié en perfectionnant le type créé par M. Couvreux, et qui, lors des essais de Pantin, donna d'excellents résultats. Aujourd'hui, l'emploi de ces excavateurs s'est beaucoup généralisé. On en construit de trois types : le premier produisant, suivant la nature du terrain, de 660 à 1 000 mètres cubes; le deuxième, de 1 500 à 2 000; le troisième, 3 000.

Ces derniers types sont munis de machines indépendantes, dont l'une est spécialement affectée à la circulation de l'appareil sur la voie.

Ces appareils sont très solidement construits, tout en fer et acier, et n'exigent que de minimes réparations. Ils travaillent aussi bien en butte qu'en fouille, mais avec une élince plus courte. Trois hommes suffisent pour la conduite de l'appareil. Le transport de ces excavateurs se fait sur toutes les lignes de chemins de fer, par les trains ordinaires de marchandises.

Tout récemment, à la suite d'un concours, MM. Boulet et C^{ie} ont reçu la commande de quatre de ces machines pour la Compagnie Ship-Canal Manchester.

Machines et pompes pour épuisement, submersion de vignes, etc. — La submersion des vignes est un moyen qui, lorsqu'on peut l'employer, permet de combattre efficacement le phylloxera. M. Hermann-Lachapelle, qui s'était adonné à l'étude de cette question, avait construit tout un matériel léger, s'adaptant à une locomobile horizontale et pouvant s'employer dans les travaux agricoles, ainsi que pour les épuisements dans les travaux publics.

Plusieurs installations de ce genre ont fonctionné d'une manière très satisfaisante dans le Bordelais, et ont mérité à la maison une médaille d'or, lors du concours de Lisbonne, en 1879.

Pompes à piston plongeur et pompes de puits. — Les pompes à piston plongeur sont celles qui produisent

le plus d'effet utile avec le moins de force, et les seules qui puissent élever des masses énormes d'eau à de grandes hauteurs sans perte notable de travail et de force.

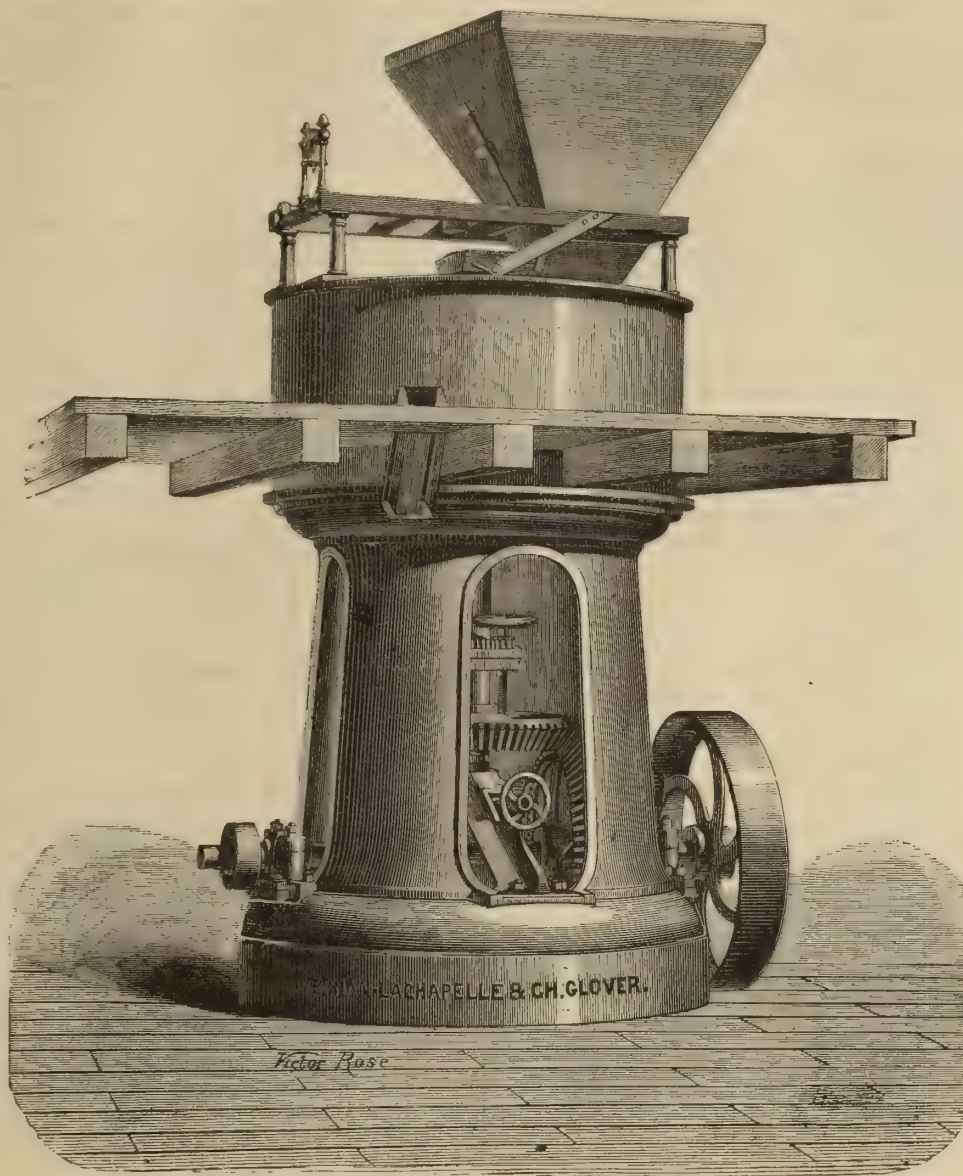


FIG. 8. — Moulin Hermann-Lachapelle.

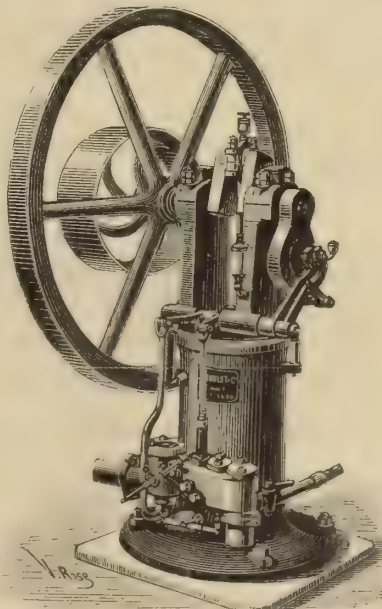


FIG. 9. — Moteur vertical à gaz, système Korting-Lieckfeld.

La maison Boulet a créé deux types, l'un vertical et l'autre horizontal, de pompes à piston plongeur, avec des pistons en bronze, ne touchant pas les parois du corps de pompe, et ne donnant lieu qu'à un frottement et une usure très faibles.

Quant aux pompes de puits, elles sont verticales, à deux corps, reliés de chaque côté à un très grand réservoir d'air. Au moyen de ce système, on peut élever des masses d'eau considérables à de grandes hauteurs, sans perte notable de travail. Le mouvement est donné aux pistons par de longues tiges graduées, actionnées par une transmission placée à fleur du sol.

Moulin Hermann-Lachapelle (fig. 8). — Une des dernières conceptions de M. Hermann-Lachapelle a été la construction d'un moulin à meules remplaçant avec avantage les moulins dits anglais ou américains.

Les meules et le mécanisme sont montés sur une colonne-beffroi en fonte, d'une seule pièce. Cette disposition supprime la sole et les massifs de fondation; elle ne nécessite aucun point d'appui extérieur et n'exige qu'un très faible emplacement. Elle fonctionne sans bruit, sans trépidations et sans occasionner le moindre ébranlement aux bâtiments.

La maison Boulet étudie spécialement l'installation, dans les meuneries, de machines à vapeur destinées à suppléer ou à compléter les moteurs hydrauliques.

Moteur vertical à gaz, système Koerting-Lieckfeld (fig. 9). — Ce moteur est du système dit à quatre coups de piston. Un cylindre unique fonctionne d'abord comme pompe pour aspirer, puis comprimer le mélange de gaz et d'air, et ensuite comme moteur par l'inflammation de ce mélange. Le piston opère donc les quatre mouvements suivants :

- 1° Aspiration du mélange de gaz et d'air ;
- 2° Compensation du mélange aspiré ;
- 3° Inflammation du mélange gazeux ;
- 4° Evacuation des gaz de la combustion.

Ces opérations se font à l'aide de soupapes et non de tiroirs.

Tous les organes du mouvement sont groupés sur une colonne en fonte. On s'est attaché à diminuer le nombre des pièces et le poids du moteur. Le cylindre est placé à la partie inférieure du bâti, et les soupapes sont disposées sur le devant du moteur, l'une à côté de l'autre, ce qui rend leur accès facile et en permet la visite fréquente.

Ce moteur, que construit en France la maison Boulet, est d'un faible poids et d'un prix peu élevé. Il dépense peu de gaz, en raison de la suppression du tiroir, qui absorbe, comme on le sait, une partie de la force.

Pour éviter l'échauffement du moteur, on l'entoure d'un réservoir dans lequel de l'eau fraîche circule continuellement.

Filtre Chamberland, système Pasteur. — La maison Boulet a le monopole de sa fabrication. Nous ne reviendrons pas sur cet appareil bien connu et dont le *Génie Civil* a donné la description⁽¹⁾. Nous rappellerons seulement qu'il a été adopté, après concours, pour l'armée française et qu'il a obtenu une médaille d'or à l'Exposition universelle de 1889.

HENRI MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

LE PORTUGAL ET LES COLONIES PORTUGAISES à l'Exposition universelle de 1889.

Le Portugal, situé à l'extrémité Sud-Ouest du continent européen, est baigné à l'Ouest et au Sud par l'Océan Atlantique et limité à l'Est et au Nord par l'Espagne.

Sa plus grande longueur du Nord au Sud est de 590 kilomètres, sa largeur moyenne de 170 kilomètres et sa superficie de 90000 kilomètres carrés environ. Si l'on y ajoute les îles adjacentes, c'est-à-dire Madère et les Açores, on obtient un total de près de 100000 kilomètres carrés.

Malgré la grande fertilité du sol, l'agriculture est encore peu avancée en Portugal. Toutefois, la fondation d'écoles d'agriculture et l'exemple de quelques grands propriétaires qui s'appliquent à faire valoir leurs terres par les meilleures méthodes modernes de culture, ont déjà, dans ces dernières années, exercé à ce point de vue une influence salutaire.

Les principales productions agricoles sont le blé, le maïs, l'orge, le seigle, l'avoine, le riz, les haricots, les fèves, les lentilles, les pois chiches. La culture de la vigne est très développée; dans toutes les provinces du Portugal continental ainsi que dans l'île de Madère et l'archipel des Açores, on récolte du vin pour la consommation du pays et pour une large exportation. La renommée des vins portugais est du reste universelle et s'est affirmée d'une façon remarquable à l'Exposition.

L'exportation des fruits et raisins s'est élevée, en 1888, à 6 millions de francs.

Parmi les arbres fruitiers, citons l'oranger, le citronnier et le figuier; les oranges, les citrons, les figues sont exportés en quantités considérables.

Mentionnons encore comme produits d'exportation, les vins, l'huile d'olive, le liège, le miel, les pommes de terre, les oignons, les châtaignes.

Dans la plupart des provinces, on trouve de nombreux oliviers, et la fabrication de l'huile est une des branches importantes de l'industrie agricole.

L'industrie des bestiaux, particulièrement des races bovine, chevaline, porcine, est aussi à citer. Le Portugal possède de riches pâtu-

rages, et a exporté en 1888 pour 7 millions de francs de bétail vivant.

Dans la province du Minho, près de Vallongo, il existe des mines d'or qui étaient exploitées par les Romains. On trouve aussi de l'or dans la plupart des rivières et en particulier dans le Mondego, près de Coimbra. Il y a plusieurs mines d'anthracite, de houille, de fer, de manganèse, de cuivre, de galène argentifère, d'étain, d'antimoine, etc., et une grande quantité de carrières de marbre.

Le mouvement commercial a été en 1888 :

Importation	266 millions de francs.
Exportation	186 — —
Réexportation et transit	21 — —
TOTAL	473 millions de francs.

Le mouvement maritime est aussi très important, surtout par les ports de Lisbonne et de Porto.

Le Portugal possède 15000 kilomètres de routes et 2400 kilomètres de voies ferrées en exploitation. Ajoutons que le mouvement industriel s'est développé considérablement, à tel point qu'il a plus que doublé dans ces dix dernières années.

Le Portugal, dont la population continentale actuelle ne dépasse guère quatre millions et demi d'habitants, et qui n'a jamais occupé en Europe qu'une faible étendue de territoire à l'extrémité occidentale de la péninsule ibérique, a cependant été, pendant une courte période de l'histoire il est vrai, l'un des plus puissants Etats souverains, étendant sa domination, au XVI^e siècle, à l'époque des grandes découvertes de ses navigateurs, sur des parties considérables de l'Asie, de l'Afrique, de l'Amérique. C'est en parlant de l'ensemble des possessions portugaises que le grand poète Camoëns a pu dire : « Cet empire que le soleil regarde le premier en naissant, qu'il revoie au milieu de l'hémisphère et qu'il quitte le dernier. »

Depuis le siècle dernier, quoique ayant vu diminuer beaucoup son ancienne grandeur, le Portugal a su cependant, grâce à l'esprit de douceur qui caractérise son administration coloniale, conserver de grandes possessions, principalement en Afrique.

Les possessions portugaises d'outre-mer comprennent :

- 1° A la côte occidentale d'Afrique : le Cap-Vert, la Guinée portugaise, Saint-Thomas et Prince, Angola ;
- 2° A la côte orientale d'Afrique : Mozambique ;
- 3° En Asie : l'Inde portugaise et Macao ;
- 4° En Océanie : Timor dans l'archipel de la Sonde.

Chacune de ces possessions est administrée par un gouverneur nommé par le roi de Portugal et assisté d'un secrétaire général et d'un bureau des finances; il y a en outre, comme corps consultatif, un Conseil du gouvernement composé des principaux fonctionnaires de l'Etat, ainsi que du président du Conseil communal.

Il y a déjà quelques lignes de chemins de fer en exploitation dans l'Inde portugaise et dans la colonie d'Angola (Afrique) et plusieurs lignes nouvelles sont à l'étude ou en construction.

Participation à l'Exposition universelle de 1889. — L'Exposition du Portugal était répartie en trois sections distinctes : la section des arts libéraux au Champ de Mars; la section industrielle dans le Palais des industries diverses; la section agricole et coloniale au pavillon portugais sur la berge de la Seine, au quai d'Orsay.

La section située au premier étage du Palais des Arts Libéraux comprenait les beaux travaux statistiques du Conseil supérieur des douanes portugaises; différentes publications scientifiques, etc.

La section industrielle occupait un espace de 520 mètres carrés. La céramique était brillamment représentée par de nombreux produits, dont quelques-uns des plus remarquables, bien que l'industrie de la porcelaine soit de date relativement récente en Portugal. Citons les faïences fines à couverte colorée, les faïences blanches artistiques, les carreaux, les tuiles, les poteries communes de la Compagnie des faïences de *Caldas da Rainha*, qui ont toutes un caractère spécial déterminé par l'influence d'anciens modèles portugais; les faïences de la fabrique royale de *Sacavem* (près de Lisbonne); les porcelaines de la fabrique royale de *Vista Alegre*; divers échantillons de faïences et poteries exposés par le Musée industriel et commercial de Lisbonne, ainsi qu'une collection très complète de la poterie de *Estremoz*, remarquable par les qualités réfrigérantes de l'argile qui sert à cette fabrication.

Dans le groupe IV étaient exposés les produits (toiles, serges, molletons, coutils, cachemires, etc.) de la filature royale de Thomar, fondée il y a près d'un siècle, et qui occupe aujourd'hui 900 ouvriers.

Les filatures sont du reste nombreuses en Portugal, et les produits de plusieurs manufactures faisaient bonne figure à l'Exposition.

Parmi les industries textiles, foncièrement portugaises, il faut citer la dentelle au fuseau. C'est généralement le long des côtes que se trouvent les principaux centres de production de cette dentelle au fuseau, dont les procédés de fabrication se transmettent par tradition dans les villages adonnés à cette industrie. Ainsi, à la presqu'île de Péniche, près de Lisbonne, depuis des temps immémoriaux⁽¹⁾, tandis que les hommes s'occupent de la pêche, les femmes font de la dentelle.

Mentionnons enfin quelques échantillons de filigranes d'argent et d'or de Porto. C'est, là aussi, une industrie nationale, soutenue par le gouvernement portugais au moyen de droits prohibitifs pour l'industrie étrangère.

Le pavillon du Portugal, qui renfermait la section agricole et commerciale, fort importante, occupait une surface de 500 mètres carrés et comprenait un rez-de-chaussée et deux étages avec tour d'environ 35 mètres de hauteur. L'architecte, M. Hermant, avait cherché à reproduire, dans cette construction, l'architecture portugaise du XVIII^e siècle. La décoration intérieure des salles se composait d'éléments

(1) Voir le *Génie Civil*, tome V, n° 45, p. 245.

(4) Quelques historiographes n'hésitent même pas à faire remonter cette industrie au temps des Romains.

empruntés exclusivement aux produits les plus ordinaires de l'industrie portugaise, tels que mouchoirs d'Alcobaca, nattes, couvertures en déchets de chiffons, etc.

A côté du pavillon portugais, on avait construit une annexe servant à l'exposition particulière de vins rouges, de vins blancs, et d'huile d'olive, organisée par l'Association royale d'agriculture de Lisbonne.

Dans la section agricole proprement dite, les principaux produits exposés étaient les vins, les huiles d'olive, les lièges.

Les vins généreux du Portugal, tels que ceux de Porto, de Setubal, de Madère, sont connus de longue date sur les marchés de l'Europe et du monde entier. Mais ce que l'on sait moins en France, c'est que, depuis quelques années, les vins de table portugais (et il y en a une grande variété, depuis les plus ordinaires jusqu'aux plus fins), sont entrés dans le commerce et sont l'objet d'une exportation active dont le chiffre va grandissant avec rapidité. Cette extrême variété de crus dérive du relief très accidenté du pays, de la multiplicité des formations géologiques, des grandes différences qui existent entre les constitutions des terrains arables, de la nombreuse diversité des expositions des vignobles, des innombrables cépages cultivés, etc.

L'étendue des vignobles, qui était en 1878 de 270 000 hectares, est aujourd'hui de plus de 300 000 hectares; car l'introduction de la vigne américaine et les nouvelles cultures ont compensé et au delà les pertes causées par le phylloxera. En 1878, la production totale était estimée à 5 millions d'hectolitres; elle dépasse aujourd'hui 8 millions d'hectolitres. Enfin, l'exportation était en 1878 de 425 000 hectolitres, tandis qu'en 1888 elle a été de 1 730 000 hectolitres valant 70 millions de francs.

Les huiles d'olive portugaises, dont la fabrication avait été trouvée défectueuse dans les dernières expositions, ont subi depuis lors une grande amélioration et rivalisent aujourd'hui avec celles d'Italie et d'Espagne. En 1878, la production de l'huile d'olive était évaluée à 270 000 hectolitres; elle a dépassé 400 000 hectolitres en 1888.

Les lièges étaient largement représentés. Ce produit est l'objet d'un commerce important et dont l'exportation s'est élevée à 5 600 000 kilogr. en 1888. Les autres produits agricoles à signaler étaient les céréales, les alcools, les liqueurs diverses, les tabacs, etc.

Les produits des mines étaient réunis dans une des salles du rez-de-chaussée. La Société exploratrice des mines et industries du Cap Mondego (à Figueira da Foz), exposait des échantillons de houille, de jais, de charbon en poussière et briquettes, de coke, etc. La production annuelle est environ de 6 000 tonnes. Citons parmi les minéraux utiles: les anthracites des mines de Pejão, de Folgoso, de Barral; les lignites, les bois fossiles; les calcaires bitumineux; les minerais de fer, de manganèse, de cuivre, de nickel et cobalt, de galène argentifère, d'étain et wolfram, d'antimoine, de stibine, de quartz aurifère; les granites, les marbres et albâtres calcaires, les ocres jaune, rouge, etc.

La section coloniale était certainement la plus intéressante et la plus instructive, car bien peu de personnes connaissent les colonies portugaises, les denrées qu'on y cultive, les produits qu'elles exportent.

Mentionnons d'abord les cafés qui font l'objet d'un commerce aujourd'hui très important. Le musée colonial de Lisbonne exposait une collection d'échantillons de cafés comprenant non-seulement les variétés cultivées, mais encore des espèces sauvages indigènes, des cafés rares et peu connus, tels qu'un café du Mozambique, provenant d'un caféier qui pousse spontanément dans cette colonie. La province du Cap-Vert produit aussi du café en très grande quantité; celle d'Angola en fournit chaque année pour 3 millions de francs à l'exportation.

Il n'y a pas de documents statistiques donnant aujourd'hui, avec certitude, la production totale de café dans l'ensemble des colonies portugaises; mais on connaît le chiffre de l'exportation qui passe par le port de Lisbonne, et ce chiffre doit représenter assez exactement la totalité de l'exportation des colonies, car Lisbonne est en effet la voie la plus économique, et par suite, celle suivie généralement par le commerce. Ce chiffre a été de 2 105 000 kilogr. pour le premier semestre de 1889.

Le commerce du cacao présente aussi un développement rapide, et tandis que les entrées par le port de Lisbonne s'élevaient à 1 million 440 000 kilogr. en 1888, elles étaient déjà de 952 000 kilogr. pour le 1^{er} semestre de 1889.

Les eaux-de-vie constituent un autre article de commerce des plus importants pour ces colonies, car elles servent en quelque sorte de monnaie courante dans les échanges avec les indigènes. Il y en a une très grande variété: eaux-de-vie de mandarines, de cannes à sucre, de sorgho, d'anis, de pinha, de raisin, etc.

L'exposition des caoutchoucs était aussi très curieuse et contenait notamment une variété de caoutchouc provenant d'une plante de la colonie d'Angola, située à la côte occidentale d'Afrique, au sud de l'Equateur, absolument inconnue jusqu'en ces derniers temps. Cette plante pousse spontanément dans tout le pays, et les indigènes retirent le caoutchouc des racines à l'aide de procédés absolument primitifs, et en obtiennent un rendement de 40 à 50 % de leur poids à l'état frais.

Signalons aussi les gommages, et en particulier la gomme-copal, les résines, les matières colorantes et les produits médicinaux, la cire végétale, les filaments obtenus de différentes plantes indigènes; les fibres du cocotier, avec lesquelles on fabrique des cordes; les huiles comestibles et industrielles; des huiles de poisson; l'huile de ricin, dont l'exploitation à l'île de Santiago produit 50 000 tonnes par an.

Enfin citons, en terminant, le riz de l'Inde portugaise, dont il se fait une exportation assez grande par le port de Bombay, et les céréales qui sont aujourd'hui cultivées dans la plupart des colonies portugaises et dont la production est déjà assez importante pour qu'on puisse dire que dans quelques années, il faudra en tenir compte dans la balance du commerce international.

En résumé, le Portugal a figuré d'une façon brillante à l'Exposition

de 1889, et sa section coloniale, qui était remarquable par le nombre et la variété des produits, a fourni aux visiteurs l'occasion de connaître et d'apprécier les ressources considérables des colonies portugaises.

R. GENTILINI,
Ingénieur.

LA LOCOMOTIVE A VOIE ÉTROITE A L'EXPOSITION DE 1889

Le but de cette étude rapide est de présenter dans leurs grandes lignes, les principaux types de locomotives à voie étroite qui figuraient à l'Exposition universelle. Ces locomotives occupaient, pour la plupart, sur les voies annexes de la galerie des Machines une place bien modeste, à côté de celle qui était nécessaire pour les grandes machines à voie normale. On se tromperait cependant si on mesurait leur importance, surtout leur avenir, à cet emplacement. Il est permis en effet de penser que la presque totalité des centres d'habitation pouvant fournir à un grand chemin de fer un trafic rémunérateur sont aujourd'hui reliés par le grand réseau. Des Ingénieurs compétents estiment même que les mailles de ce réseau ont été trop resserrées. Quoi qu'il en soit, il reste bien des petits centres de production ou de consommation à relier soit entre eux soit surtout au grand réseau. C'est là que commence le rôle du chemin de fer à voie étroite. Ce rôle a une importance d'autant plus grande que les petits chemins de fer sont aussi destinés à vivifier, par le drainage de tout ce qui est susceptible de transport, certains tronçons de chemins de fer à voie normale, qui restent encore comme les artères principales d'une circulation qui manque des ramifications capables de l'alimenter.

Les locomotives légères deviennent aussi d'un usage de plus en plus général pour ce qu'on peut appeler le service *interne* de l'industrie. Elles sont en effet journellement employées dans les usines, mines, carrières, chantiers de terrassements, exploitations agricoles, partout enfin où l'on effectue des transports au moyen de wagonnets. Il est de ces locomotives qui ne pèsent qu'une tonne et demie. La Société de Marcinelle et Couillet (Belgique) en a construit plusieurs pesant à vide 2 700 kilogr., circulant sur des voies mesurant à peine 0^m42 d'écartement, et qui fonctionnent parfaitement dans des galeries de mines de 1^m300 de largeur sur 2^m100 de hauteur. La consommation de ces machines est d'environ 300 kilogr. par 10 heures, et leur dépense journalière, tous frais compris, peut être évaluée de 10 à 15 francs, suivant le prix du combustible. Elles sont par conséquent d'un usage très avantageux, dans tout service où 3 ou 4 chevaux sont nécessaires.

Les premiers chemins de fer à voie étroite construits en France datent de 25 ans; ils avaient une largeur de voie de 1^m20 et de 1 mètre, et des courbes minima de 150 mètres. La plupart n'ont pas réussi, et leur insuccès doit être attribué à leur prix de revient, qui a été de 45 000 francs au minimum par kilomètre, c'est-à-dire trop élevé pour donner une exploitation rémunératrice avec le trafic habituel de ces lignes. Il faut suivre, dans cette matière, l'exemple donné depuis plus d'un demi-siècle par l'Angleterre, qui applique la voie de 0^m60. Tout le monde connaît le succès du Festiniog-Railway, qui, dans certaines années, a donné 14 000 francs de revenu net par kilomètre. La voie de 0^m60 peut être facilement établie sur les accotements des routes, comme le permet la loi du 11 juin 1880; elle comporte des courbes de 30 mètres de rayon.

Nous allons décrire les principales locomotives exposées, en suivant l'ordre du tableau suivant:

Largeur de la voie mètre	Société ou maison exposante	Nombre d'essieux	Poids	
			à vide kilogr.	en service kilogr.
1	Société générale des chemins de fer économiques	3 essieux accouplés	20.700	27.500
"	Maison Gorpel, à Paris	1 essieu porteur	46.000	21.000
"	Compagnie des chemins de fer de Bone à Guelma et prolongements	3 essieux accouplés	22.630	29.370
"	Société Belge de la Métallurgie	3 essieux accouplés	18.500	22.800
"	Compagnie de Fives-Lille	3 essieux accouplés	13.600	18.000
0.80	Anciens établissements Caill.	2 essieux accouplés	3.800	5.000
0.60	Maison A. Legrand (Belgique)	2 essieux accouplés	"	5.500
0.60	Maison Gorpel, à Paris	2 essieux accouplés	4.600	2.009
0.60	Société Decauville aîné	1 essieu accouplé	9.000	11.330

Locomotive-tender de la Société générale des chemins de fer économiques

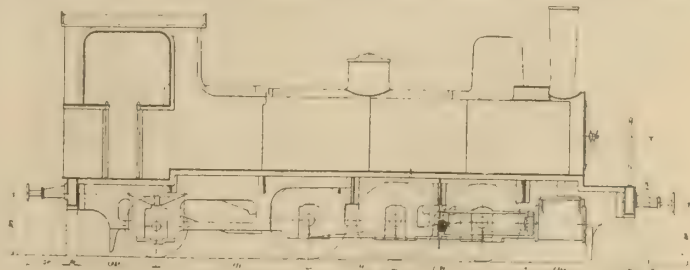


FIG. 1. — Locomotive-tender à trois essieux accouplés de la Société générale des chemins de fer économiques.

(fig. 1). — Cette Société exposait une locomotive-tender de son type n° 1 en service sur les voies de 1 mètre de l'Allier et du Cher. Cette

locomotive a trois essieux accouplés; c'est sur le troisième qu'agissent les bielles motrices; elle a en outre un essieu porteur à l'arrière.

Voici ses éléments principaux:

Surface de grille	1 ^{m2} 0000
Surface de chauffe	59 ^{m2} 5000
Timbre de la chaudière	10 kilogr.
Diamètre des cylindres	0 ^m 350
Course des pistons	0 ^m 460
Diamètre des roues couplées	1 ^m 000

$$\text{Effort moyen de traction } \left(0,65 \times \frac{p d^2 l}{D}\right) = 3662 \text{ kilogr. (1).}$$

Locomotive-tender, pour voie de 1 mètre, exposée par la maison Corpet (fig. 2). Elle est du type en service sur les chemins de fer de la

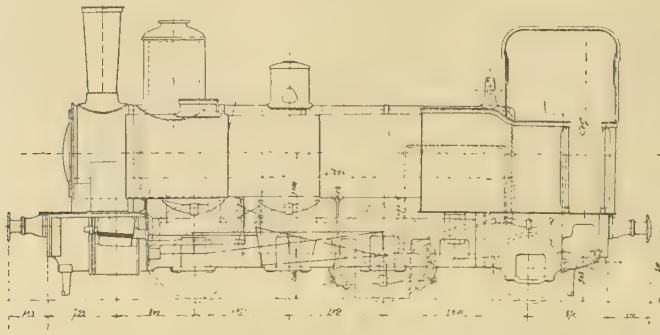


Fig. 2. — Locomotive-tender à trois essieux accouplés de la Maison Corpet.

Meuse, ligne de Bar-le-Duc à Clermont-en-Argonne, où le maximum d'inclinaison admis pour les rampes est de 15 millimètres et le minimum pour le rayon des courbes de 200 mètres, ce qui équivaut à une rampe de 18 millimètres net.

C'est une machine à trois essieux accouplés, dont l'arrière est porté par un 4^e essieu indépendant avec guide de boîtes à graisse radiales du système Roy. Les roues du deuxième essieu accouplé ne sont pas munies de boudins. La machine passe très facilement dans des courbes de 150 mètres de rayon, et, en vitesse réduite, dans des courbes de 100 mètres; pour les manœuvres de gare, elle peut même circuler dans des courbes de 60 mètres.

Afin de rendre les manœuvres plus faciles, elle est munie d'un régulateur à tiroir de démarrage. Elle est pourvue d'un frein à contre-vapeur et d'un frein à vis, dont les quatre sabots agissent sur les roues du troisième essieu, qui est l'essieu moteur. Elle est à double tampon, et non pas à tampon central, comme beaucoup de machines de ce genre; cette particularité, peu avantageuse pour l'exploitation, tient à des raisons toutes locales. Enfin on y remarque un appareil pour le chauffage des bouillottes, et un dispositif pour l'arrosage du combustible.

Il résulte du rapport de l'Ingénieur de la Compagnie que ce type de machines a donné, tant pendant le ballastage que depuis le 26 mai 1887, date de l'ouverture de la ligne à l'exploitation, des résultats très satisfaisants. Chaque machine remorque, à la vitesse de 20 kilomètres, en rampe de 15 millimètres et courbe de 200 mètres, une charge de 100 tonnes (121 tonnes machine comprise), les rampes ayant de 1500 à 1800 mètres de longueur. En service courant, la vitesse est de 30 kilomètres à l'heure; elle atteint fréquemment 40 kilomètres et exceptionnellement 55 kilomètres.

Surface de grille	0 ^{m2} 7544
Surface de chauffe	46 ^{m2} 5158
Timbre de la chaudière	10 kilogr.
Diamètre des cylindres	0 ^m 300
Course des pistons	0 ^m 450
Diamètre des roues motrices	1 ^m 000
Poids adhérent utilisé (au 1/6)	2 750 kilogr.

$$\text{Effort moyen de traction } \left(0,65 \times \frac{p d^2 l}{D}\right) = 2 632 \text{ kilogr.}$$

Locomotive-tender de la Compagnie des chemins de fer de Bône à Guelma. — Cette Compagnie exposait une locomotive-tender, construite par les ateliers de Batignolles. Cette machine, à voie de 1 mètre, est, comme les précédentes, à trois essieux accouplés, mais elle n'est pas munie de roues porteuses. Les longerons sont intérieurs aux roues. La distribution s'opère à l'aide d'une coulisse droite. Pour assurer le passage facile dans les courbes, les boîtes à huile d'arrière ont un jeu latéral de 8 millimètres. La locomotive est munie d'un frein à vide, à quatre sabots en fonte, avec commande à vis.

Surface de grille	0 ^{m2} 9150
Surface de chauffe	69 ^{m2} 04
Timbre de la chaudière	9 kilogr.
Diamètre des cylindres	0 ^m 370
Course des pistons	0 ^m 520
Diamètre des roues motrices	1 ^m 100

$$\text{Effort moyen de traction } \left(0,65 \times \frac{p d^2 l}{D}\right) = 3 786 \text{ kilogr.}$$

1. Dans la formule $P = K \frac{p d^2 l}{D}$, p représente la pression de la vapeur en kilogr. par centimètre carré, d le diamètre des cylindres, D celui des roues motrices, l la course des pistons, le tout en centimètres. Le coefficient K doit être pris égal à 0,65 pour les machines à voie normale ou celles de 1 mètre, à 0,50 pour les petites locomotives.

Locomotive-tender pour voie de 1 mètre exposée par La Métallurgique (fig. 3). — Cette machine est du type créé depuis dix ans par la Société, et dont elle a fait de nombreuses applications en Belgique, en France et en Italie. Celle qui était exposée a été construite suivant un programme tracé par la Société nationale des chemins de fer vicinaux belges. Elle ne diffère du reste des machines antérieurement cons-

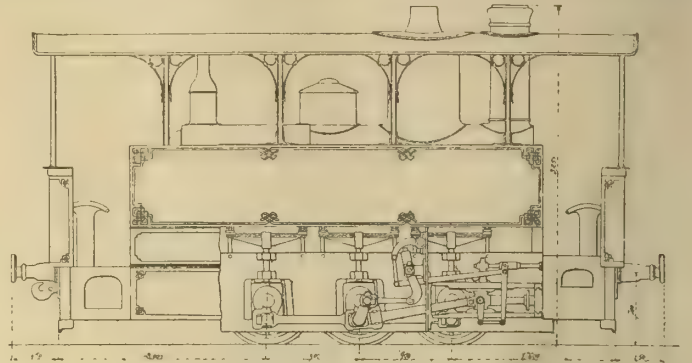


Fig. 3. — Locomotive-tender de la Société La Métallurgique.

truites que par une puissance plus grande, nécessitée par les fortes rampes, d'ailleurs de courte étendue, qu'elle doit gravir. Comme elle doit circuler sur une voie posée presque partout en accotement d'une grande route plus ou moins accidentée et sinueuse, il importait qu'elle disposât de l'adhérence la plus grande possible et qu'elle eût une longueur d'appui très réduite.

Les longerons, le mouvement, la distribution et la suspension sont placés extérieurement aux roues. Les longerons forment les parois verticales d'un coffre contenant tout le mécanisme, le dissimulant à la vue et le préservant de la poussière, de la pluie, etc. L'attaque de l'essieu moteur et l'accouplement général des essieux ont lieu, pour cette cause, par le moyen de manivelles du système Hall.

Afin d'éviter les virages aux extrémités de la ligne exploitée, on a donné à la machine une symétrie lui permettant de circuler indifféremment avec l'un ou l'autre bout en avant.

C'est l'essieu du milieu, qui est essieu principal; les deux autres sont essieux accouplés et, tandis que le premier est maintenu dans une position fixe relativement au bâti, les derniers ont la faculté de se déplacer transversalement pour faciliter les trajets en courbe. La machine peut ainsi parcourir des courbes de 20 mètres de rayon.

A chacune de ses extrémités existe un palier. Le mécanicien se tient toujours sur celui d'avant. Il a sous la main, sur l'un comme sur l'autre palier, une clef de modérateur, un levier de changement de marche et une manivelle du frein à vis.

Le foyer, du système Belpaire, est à ciel plat. Le dôme est relativement très volumineux et très élevé. Il contient le modérateur à double tiroir, puisant la vapeur dans les meilleures conditions de siccité. L'alimentation de la chaudière se fait à l'aide de deux injecteurs Friedmann se relayant l'un l'autre. Les tuyaux d'injection pénètrent par la paroi d'arrière de la boîte à feu, longent le ciel du foyer et plongent, vers le milieu de la chaudière, au milieu de la masse d'eau en ébullition. Cette disposition si simple, qui se généralise d'ailleurs, a pour résultat de mettre les parois de la chaudière à l'abri des variations brusques de température, et surtout d'empêcher que des retraits violents ne se produisent localement. On lui attribue encore l'avantage de déterminer la précipitation à l'état grenu de la partie des sels calcaires tenus en dissolution dans l'eau par l'excès d'acide carbonique.

Le tuyau d'échappement a une section exceptionnellement grande; il porte même un renflement. On fait disparaître de cette manière le bourdonnement de la décharge, qui a souvent pour effet d'effrayer les chevaux. La tuyère d'échappement est à section variable; le mécanicien a ainsi le moyen de développer, quand il le faut, une force très grande, ce qui n'est pas inutile sur des lignes à profil très accidenté.

Surface de grille	0 ^{m2} 77
Surface de chauffe	34 ^{m2} 36
Timbre de la chaudière	11 ^m 36
Diamètre des cylindres	0 ^m 350
Course des pistons	0 ^m 360

$$\text{Effort moyen de traction } \left(0,65 \times \frac{p d^2 l}{D}\right) = 4 095 \text{ kilogr.}$$

Locomotive-tender pour voie de 1 mètre, exposée par la Compagnie de

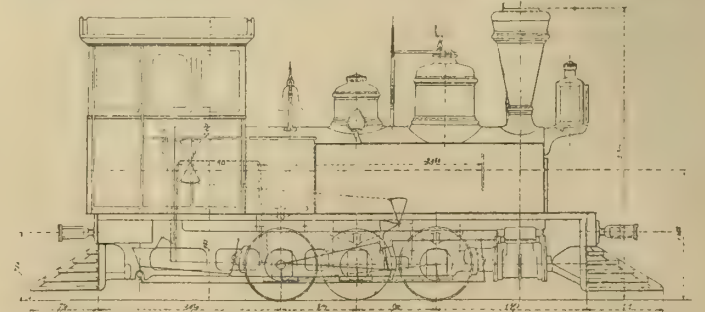


Fig. 4. — Locomotive-tender à trois essieux accouplés de la Compagnie de Fives-Lille.

Fives-Lille (fig. 4). — Cette machine, exécutée pour la Compagnie

française des chemins de fer Argentins, est destinée à des services de travaux et à des manœuvres de gare.

Elle est à trois essieux, tous accouplés; c'est celui d'arrière qui est moteur. L'écartement des essieux extrêmes, qui est de 1^m 750, permet de passer dans des courbes de 60 mètres de rayon. Les longerons sont placés à l'intérieur des roues; les cylindres et la distribution sont à l'extérieur.

Cette machine, destinée à brûler du bois, est munie d'une cheminée à ailettes, de façon à empêcher la sortie des flammèches. Elle est pourvue d'un frein à vis agissant, à l'aide de quatre sabots, sur les essieux d'avant et d'arrière. Le tamponnage est du type dit « central ». La tige de traction, qui sert en même temps de tampon, agit sur un ressort en spirale, lequel sert à la fois pour la traction et le tamponnement.

Surface de grille	0 ^m 61
Surface de chauffe	29 ^m 85
Timbre de la chaudière	9 ^k 15
Diamètre des cylindres	0 ^m 270
Course des pistons	0 ^m 380
Diamètre des roues	0 ^m 800

$$\text{Effort moyen de traction} \left(0,65 \times \frac{p d^2 l}{D} \right) = 2138 \text{ kilogr.}$$

Locomotive-tender exposée par la Société des anciens Établissements Cail. — Cette machine fait partie d'une série établie spécialement pour des voies étroites, et dont le poids en service varie de 3700 kilogr. à 25 000 kilogr.

La locomotive exposée, construite pour voie de 0^m 80, pèse, en ordre de marche, 5 tonnes. Elle est à deux essieux accouplés. Les cylindres et le mouvement sont extérieurs aux longerons, ainsi que la distribution, ce qui rend le mécanisme très abordable. L'alimentation est assurée au moyen d'injecteurs Friedmann.

Surface de grille	0 ^m 1777
Surface de chauffe	7 ^m 4600
Timbre de la chaudière	9 kilogr.
Diamètre des cylindres	0 ^m 165
Course des pistons	0 ^m 240
Diamètres des roues	0 ^m 600
Adhérence (à 0,14)	700 kilogr.

$$\text{Effort moyen de traction} \left(0,50 \times \frac{p d^2 l}{D} \right) = 1644 \text{ kilogr.}$$

Locomotive-tender exposée par M. A. Legrand (fig. 5). — Cette machine est à deux essieux accouplés; les longerons sont extérieurs

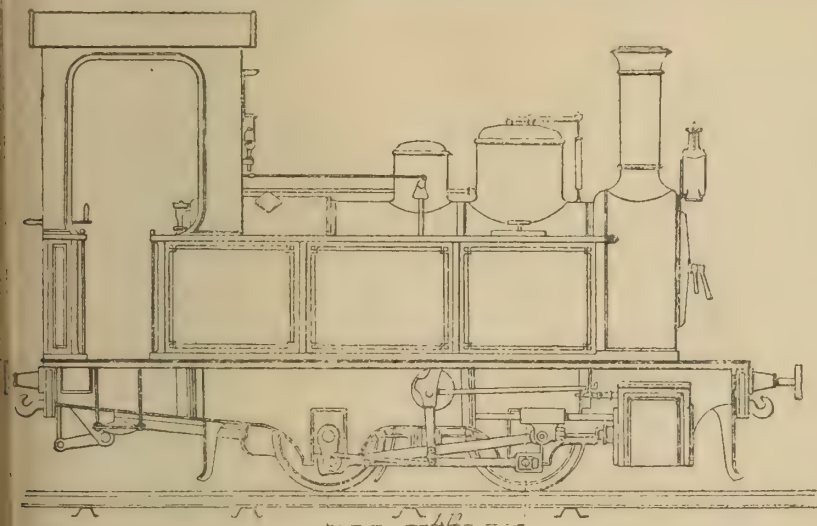


FIG. 5. — Locomotive-tender à deux essieux accouplés de M. A. Legrand.

aux roues; le mouvement et la distribution sont extérieurs aux longerons. Elle est construite pour voie de 0^m 60; mais il suffit, pour passer à l'écartement de 1 mètre, de changer les essieux, de mettre les roues à l'extérieur du châssis et de caler dans les roues ainsi placées les boutons de manivelle. Les boîtes et toutes les pièces de mouvement restent invariables.

Cette machine présente les particularités suivantes: elle est auto-compound; elle démarre à pleine pression, et, une fois en route, le fonctionnement compound s'établit de lui-même. Une valve spéciale, placée entre les cylindres et commandée automatiquement par un piston différentiel, règle l'entrée de la vapeur. Pour des cas fortuits, le mécanicien a en outre action sur la valve, et, d'un simple mouvement de levier, peut faire que les deux cylindres fonctionnent avec échappement direct à la cheminée.

La suspension est faite sur deux ressorts horizontaux rendant les quatre roues solidaires par des leviers coudés et de courtes bielles articulées. Les chapes des deux ressorts oscillent autour d'un pivot commun, qui peut se déplacer dans des glissières longitudinales. Le tout paraît compact, solide, accessible, ne gênant en rien le foyer et le cendrier. La répartition dynamique des charges est assurée; la répartition statique a d'ailleurs été calculée soigneusement. On a ainsi obtenu une grande stabilité, essentielle pour les voies légères, plus ou moins parfaitement posées.

On a prévu un échappement variable ascensionnel annulaire, agissant également le tirage de tous les tubes.

Le système de distribution employé est celui de M. D. Joy, d'une grande simplicité d'organes et ayant l'avantage de donner des admissions égales dans la marche en avant et la marche en arrière, au moins pour les principaux crans de détente.

Surface de grille	0 ^m 33
Surface de chauffe	11 ^m 60
Timbre de la chaudière	12 ^k 39
Diamètre des cylindres de haute pression	0 ^m 160
— — — de détente	0 ^m 210
Course des pistons	0 ^m 300
Diamètre des roues	0 ^m 625
Effort de traction (avec 0,50 d'effet utile)	700 kil.

Locomotive-tender de 4 tonne 1/2 exposée par la maison Corpet (fig. 6).

— Cette machine est spéciale pour service d'usines; elle convient aussi très bien aux transports agricoles, notamment dans les sucreries et distilleries. Elle est pour voie de 0^m 60, à deux essieux accouplés. Sa chaudière est du type Field à tubes pendentifs. Les cylindres sont fixés sur des appliques rivées elles-mêmes à la chaudière.

Surface de grille	0 ^m 1794
Surface de chauffe	2 ^m 8634
Timbre de la chaudière	9 kilogr.
Diamètre des cylindres	0 ^m 120
Course des pistons	0 ^m 160
Diamètre des roues	0 ^m 410
Adhérence à 0,14	280 kilogr.

$$\text{Effort moyen de traction} \left(0,50 \times \frac{p d^2 l}{D} \right) = 253 \text{ kilogr.}$$

Locomotives Mallet et Duplex du chemin de fer Decauville. — Citons enfin pour mémoire les locomotives qui faisaient le service du chemin de fer Decauville, de l'Esplanade des Invalides au Champ de Mars. Elles

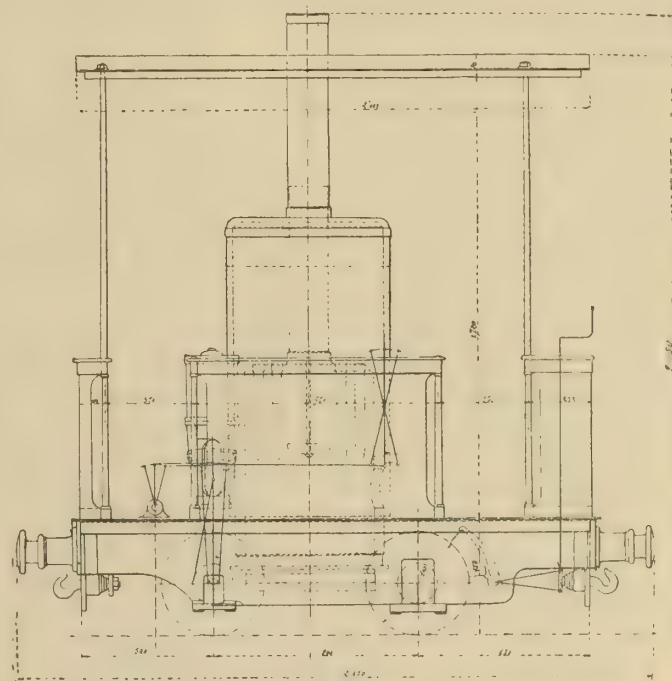


FIG. 6. — Locomotive-tender de 4 tonne 1/2 de la Maison Corpet.

étaient toutes, sauf une, du type articulé Mallet compound à quatre essieux et à quatre cylindres. On sait que les caractères principaux de cette machine sont, indépendamment du fonctionnement compound, d'avoir un grand nombre d'essieux, quatre, pour avoir une aussi faible charge que possible par essieu, trois tonnes; d'avoir tous les essieux accouplés pour employer le poids total à l'adhérence; d'avoir le groupe des deux essieux d'avant convergent pour permettre à la machine de s'inscrire dans des courbes de très faible rayon (20 mètres).

La chaudière est timbrée à 12 kilogr.; les valves d'admission directe dans le grand cylindre sont réglées à 6 kilogr.

Rappelons les éléments principaux de cette machine:

Surface de chauffe	22 ^m 30
Diamètre des cylindres d'avant	0 ^m 170
— — — d'arrière	0 ^m 255
Course des pistons	0 ^m 255
Diamètre des roues	0 ^m 600
Poids en service, poids adhérent maximum	12 000 kilogr.

$$\text{Effort moyen de traction} \left(0,50 \times \frac{p d^2 l}{D} \right) = 1885 \text{ kilogr.}$$

Comme nous l'avons dit, une seule des machines qui ont fait le service de l'Exposition était différente des précédentes: c'était une machine du type dit Duplex, dérivé de la machine Fairlie. Cette locomotive est du type adopté par le Ministère de la Guerre. Elle constitue un spécimen fort intéressant de l'application des bogies moteurs indépendants placés sous une chaudière double, déjà proposée, lors du concours du Semmering, il y a 33 ans, par l'usine de Seraing.

GÉRARD LAVERGNE,
Ancien élève de l'École Polytechnique,
Ingénieur civil des Mines.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 27 décembre 1889.

Présidence de M. FRIEDEL.

MM. BÉHAL et AUGER, en faisant réagir le chlorure d'éthylmalonyl sur le méta-xylène en présence du chlorure d'aluminium, ont obtenu une combinaison qu'ils nomment provisoirement *acide à sels rouges*, répondant à la formule $C^{18}H^{14}O^2$. Ce produit est une diacétone, que les auteurs considèrent, jusqu'à nouvel ordre, comme la méthyléthyltétrahydrométanaphthoquinone.

Cette diacétone donne par hydratation à la baryte un sel à acide monobasique $(C^{18}H^{14}O^2)^2Ba$. Enfin, traitée en solution alcaline par le ferri-cyanure de K, l'acide à sels rouges fournit une tétracétone $C^{26}H^{20}O^4$.

M. C. CHABRIÉ présente les premiers résultats d'un travail commencé en collaboration avec M. Guye, relatif à l'action des chlorures de carbone sur les composés maloniques sodés de la formule $CHNa(CO^2R)^2$ ou $CNa^2(CO^2R)^2$. Avec CCl^4 et $CHNa(CO^2C^2H^3)^2$, ils ont obtenu l'éther pentane-symétrique octo-carbonique $C(CH_2CO^2C^2H^3)_4$ et par saponification le sel de potassium correspondant.

Les auteurs se proposent en particulier de préparer le dérivé tétrasodique $C(CNa_2CO^2C^2H^3)_4$, et d'étudier l'action des chlorures de carbone sur ce nouveau composé.

M. FRIEDEL présente, au nom de M. J. de Rey Pailhade, une note sur de nouvelles propriétés chimiques de l'extract alcoolique de levure de bière.

M. GUYE (Ph.) mentionne le fait que la relation $\alpha = fMR$, qu'il a établie précédemment, peut conduire à des formules d'où l'on tire la valeur du poids moléculaire des corps liquides. Dans le cas particulier où deux liquides possèdent le même point d'ébullition sous la pression normale, la même densité à 0° et le même pouvoir réfringent spécifique, on peut démontrer que leurs poids moléculaires doivent être les mêmes.

Cette relation se trouve très approximativement vérifiée pour certains groupes de corps isomères, tels que les dérivés aromatiques des séries ortho, méta et para, les éthers fumarique et maléique, citraconique et mésaconique.

MM. A. FRIEDEL et CH. COMBES, en étudiant l'électrolyse de l'acide tartrique, ont reconnu que le dégagement d'acide carbonique et d'oxyde de carbone était accompagné de la production du glyoxal.

M. ENGEL rappelle à ce propos qu'en voulant autrefois préparer le glyoxal par l'action de l'acide sulfurique sur l'acide tartrique, il a obtenu de l'acide pyruvique en même temps qu'un dégagement d'acide carbonique et d'oxyde de carbone.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE

du Nord de la France.

Novembre 1889.

Présidence de M. Émile BIGOT, Vice-Président.

Les perturbations apportées par la gelée dans le service du gaz. — Le service du gaz dans une ville constitue un service d'intérêt public et général qui oblige les Compagnies concessionnaires à prendre les plus minutieuses précautions pour éviter les interruptions, même de peu de durée. Les froids vifs et prolongés peuvent amener des perturbations importantes qu'il n'est pas inutile d'envisager. Il y a lieu de distinguer à cet égard les perturbations produites 1° dans les usines, 2° dans le service public, 3° chez les abonnés.

Dans les usines, au point de vue technique, la difficulté vient de ce que, dans presque tous les appareils, le gaz est en contact avec les liquides : *eau* et *goudron*. M. Melon indique les précautions prises pour assurer le fonctionnement régulier des *barillets* et des *laveurs*; pour les *épérateurs* et les *compresseurs de fabrication*, il montre l'utilité de l'emploi du *chlorure de calcium* pur ou mélangé d'eau par moitié. Il montre ensuite le mode de chauffage employé pour les *gorges hydrauliques* des *gazomètres télescopiques*. En ce qui concerne l'eau des cuves, on ne peut employer que ces palliatifs. Dans les pays de l'extrême nord, on est conduit à des dispositions spéciales de grands bâtiments couverts et

chauffés. M. Melon indique un mode particulier de construction des cuves en tôle qui permettrait l'emploi d'un liquide incongelable.

Dans le service de l'éclairage public, la gelée amène l'obstruction des lanternes par suite de dépôts de *naphtaline*. On ne peut songer à supprimer la *naphtaline*, qui est un des carbures éclairants du gaz. Les remèdes sont simples et ne consistent qu'en l'étanchage au moyen de *pompes à compression*, par l'emploi de *liquides dissolvants* comme l'alcool, le pétrole ou la benzine.

Chez les abonnés, les faits qui se produisent sont de même nature : *obstruction des branchements*, et, dans certains cas, *congélation de l'eau du compteur*. L'obstruction des branchements est combattue comme dans le cas des lanternes, mais après qu'elle s'est produite. Pour éviter la congélation de l'eau du compteur, on peut employer des *chemises isolantes*. Le mieux est de se servir, à la place d'eau, d'un liquide incongelable, et le meilleur et le plus économique est le chlorure de calcium.

Les unités de puissance. Cheval-vapeur, kilowatt et Poncelet. — M. WITZ fait d'abord remarquer combien il est important, dans le langage scientifique, de se servir d'expressions nettes et précises.

On peut remarquer pourtant que la plupart des expressions adoptées jusqu'à ces derniers temps ne remplissent pas ces conditions.

C'est en électricité, et dès 1881, que les premières réformes ont été faites; mais aujourd'hui on va peut-être trop loin, et il est temps de s'arrêter dans la voie des dénominations nouvelles. Au Congrès des électriciens tenu du 24 au 31 août pendant l'Exposition, on a encore adopté deux nouvelles expressions, le quadrant comme unité pratique de coefficient d'induction et le kilowatt pour unité de puissance.

Au Congrès de mécanique appliquée, on s'est occupé de définir exactement les expressions *force*, *travail*, *puissance* et *énergie*.

Le *Poncelet* de 100 kilogrammètres a été adopté comme nouvelle unité de puissance.

M. WITZ termine en faisant remarquer le désaccord regrettable qui existe encore entre les unités mécaniques et électriques.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliothèque des Merveilles. — Le Bronze. — Les Couleurs. — Le Désert. — Le Toit du Monde. — Chaque volume : 2 fr. 50. Hachette et C^{ie}, éditeurs, Paris 1890.

La librairie Hachette vient d'augmenter cette collection, déjà si intéressante, de sa Bibliothèque des Merveilles, par les publications suivantes :

Le Bronze. — Le bronze est, comme le fer, le métal qui a le plus contribué à la civilisation de l'homme. Leur découverte et l'origine de leurs premiers usages se perdent dans la nuit des temps; également utiles, ils ont continué à suivre, dans l'industrie de l'homme, une marche parallèle. Si le fer a, pendant un temps, pris la prédominance, parce qu'il se prêtait mieux aux travaux de la terre ou aux actes de guerre, le bronze a repris le premier rang lorsque la paix créa au génie de l'homme des conditions favorables à son essor. Moins rigide, plus souple, moins rude d'aspect que le fer, le bronze se prête mieux aux formes gracieuses; son inaltérabilité assure, en même temps, une plus longue durée aux œuvres d'art. Rival du marbre, dont il n'a point cependant la blancheur, il reste avec lui l'élément indispensable de l'œuvre du sculpteur. Aussi n'a-t-il pris toute son importance que lorsque la Renaissance eut donné à la statuaire tout son éclat. Ses usages industriels ont, de même, continué à se développer. Auxiliaire utile dans la construction des machines, il est resté pendant longtemps l'âme des armes de guerre de grand jet.

L'étudier dans sa fabrication et dans ses diverses applications, de manière à former une monographie du bronze qui permette aux gens du monde d'en apprécier toute la valeur, est le but que s'est proposé l'auteur.

Les Couleurs. — La couleur joue un grand rôle dans la structure et dans le fonctionnement du monde. La lumière, sans laquelle la vie se trouverait sinon détruite, au moins si profondément modifiée dans ses manifestations qu'elle en deviendrait méconnaissable, est essentiellement blanche; l'absence de lumière est caractérisée par l'obscurité qui est noire. Entre ces deux termes extrêmes la monotonie deviendrait exaspérante s'il n'existait pas une va-

riété presque infinie de transitions; le blanc et le noir c'est l'hiver des régions polaires, morne, triste, désespérant. Dans les régions moins froides, la *couleur*, émanation de la lumière, vient corriger, égayer cette uniformité de la nature, et la *couleur* devient de plus en plus éclatante jusqu'à ce qu'elle se confonde avec l'auréole d'une blancheur éblouissante qui illumine l'atmosphère des pays tropicaux.

C'est à l'étude des phénomènes qui dérivent de l'existence et de l'application des couleurs dans la nature et dans les arts que ce volume est consacré.

Le Désert. — Ce livre résume les impressions rapportées par les explorateurs qui se sont dévoués, comme à une cause sainte, à l'exploration des déserts du globe. Il nous montre que si les déserts sont partout des solitudes désespérantes, et se ressemblent tous par ce point, ils ont chacun une physiologie propre qui n'est point inanimée, car la vie n'en est point absolument bannie. Et l'intérêt qui en ressort se révèle peu à peu à l'esprit, à mesure que l'on suit l'auteur à travers les déserts de la Mongolie, du Turkestan, de la Perse, de l'Arabie et de la Syrie, pour l'Asie; à travers ceux de l'Égypte et du Sahara, pour l'Afrique; enfin, à travers le désert d'Atacama, pour l'Amérique.

Le Toit du Monde. — Cet ouvrage est la description d'une région qui comprend le puissant ensemble montagneux qui s'élève, ainsi qu'une pyramide triangulaire, à l'intérieur du continent asiatique, et d'où se détachent les plus puissants reliefs du globe.

Les populations primitives de l'Asie centrale considèrent ce massif comme le toit du monde. Est-ce parce qu'il recueille sur ses flancs les eaux de condensation de l'atmosphère pour les répartir dans trois directions différentes, comme l'eau de pluie qui s'écoule des diverses faces d'un toit suit des directions opposées? En tous cas, c'est à cela seul que se borne l'analogie : le Toit du monde n'abrite rien; le Pamir, pour lui donner son vrai nom géographique, n'est qu'un obstacle qui s'oppose aux communications du Turkestan russe avec la Kachgarie chinoise et de tous deux avec l'Inde anglaise. Réputé infranchissable parmi les indigènes, jusqu'à ces dernières années, il n'avait livré qu'une partie de ses secrets, d'une part aux Russes, de l'autre aux Anglais, lorsque trois Français intrépides, piqués de curiosité scientifique et du désir de percer un mystère qui paraissait impénétrable, résolurent de le traverser de part en part, du nord au sud, du Turkestan russe à l'Inde anglaise. M. Bonvalot, le chef de l'expédition, a déjà fait pour sa part le récit de son expédition. L'un de ses compagnons d'intrépidité et de souffrances, qui l'accompagnait à titre de naturaliste, M. Capus, le complète aujourd'hui de la manière la plus heureuse par un récit parallèle, qui, sans empiéter en rien sur le précédent, ne manque cependant ni d'intérêt ni d'imprévu; il achève de nous livrer tous les secrets d'une région effroyablement élevée et dépassant 3 000 mètres d'altitude moyenne.

Au pays des Cannibales. — Voyage d'exploration chez les indigènes de l'Australie orientale, par le docteur Carl LUMHOLTZ. — Hachette et C^{ie}, éditeurs, Paris 1890. Prix : 15 francs.

M. le docteur Carl Lumholtz, naturaliste norvégien, attiré par la singularité des types de la faune australienne, résolut de se rendre en Australie pour se procurer les animaux dont il désirait enrichir ses collections. Le but de son voyage devait le conduire nécessairement dans les contrées les plus primitives du continent australien, là où l'invasion de la civilisation européenne n'avait pas encore chassé les animaux sauvages de leurs forêts inexplorées, ni l'indigène australien des solitudes où il se plaît. C'est au nord-est de l'Australie, dans la province de Queensland et particulièrement dans le Queensland occidental et septentrional, que M. Lumholtz a passé de longs mois, seul, au milieu des sauvages, recueillant à la fois des types d'animaux étranges et des observations curieuses sur les idées et les mœurs de ces hommes primitifs, traqués par les colons européens, et dont la race ne tardera pas à disparaître.

Pour tous les articles non signés :

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Mines : Ouro-Preto et les mines d'or (Brésil), p. 285 ; PAUL FERRAND. — Travaux publics : Les ports du Tonkin (*planche XXVIII*), p. 288 ; E. DE FAGES. — Etudes et travaux parlementaires : Projet de loi relatif à l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine. Amendements et contre-projet, p. 291 ; G. LATOUCHE. — Congrès : Congrès colonial, tenu à Paris, au mois de décembre 1889 (*suite et fin*), p. 293. — Informations : Exposition d'Edimbourg et de Kingston, p. 294 ; — Le commerce de la France pendant l'année 1889, p. 294 ; — Recherche des matières

colorantes dans le beurre, p. 294 ; — Perfectionnements dans la fabrication de la soude à l'ammoniaque, p. 294.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889. — La maison Coignet, p. 295 ; FORIS ; — Les freins continus pneumatiques à l'Exposition universelle de 1889 (*suite*), p. 297 ; G. LESOURD ; — Chronique de l'Exposition, p. 299.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séance du 2 décembre 1889, p. 300 ; G. PETIT.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 300.

Planche XXVIII : Les ports du Tonkin.

MINES

OURO PRETO ET LES MINES D'OR (BRÉSIL)

CHAPITRE PREMIER

§ 1. Historique. — Depuis longtemps déjà, les Portugais avaient fondé de nombreux établissements sur toutes les côtes du Brésil, et les richesses minérales de l'intérieur leur étaient encore inconnues.

territoire, habité par des peuplades paisibles et s'adonnant à l'agriculture, était souvent envahi par des troupes d'aventuriers venus du Sud ; ceux-ci, désignés sous le nom de Paulistes, du nom du village de S. Paulo, qu'ils avaient fondé dans la capitainerie de S. Vicente, parcouraient les sertões à la recherche des Indiens, dont ils s'emparaient pour les emmener comme esclaves. C'est dans ces chasses à l'homme qu'ils avaient pu atteindre les bords du Rio Doce et recueillir quelques indices sur les minéraux de la contrée.

A cette nouvelle, plusieurs bandes d'explorateurs se formèrent pour



FIG. 1. — Ouro-Preto et l'Itacolumy (Brésil).

Cette immense colonie, placée sous les ordres d'un Gouverneur établi à Bahia, véritable vice-roi envoyé par la métropole, était divisée en 14 capitaineries, échelonnées le long des côtes et s'enfonçant dans les terres jusqu'aux *sertões* ⁽¹⁾ inaccessibles qu'occupaient les tribus indiennes (fig. 2).

Vers 1572, le bruit commença à se répandre qu'il existait de nombreux gisements de pierres précieuses à l'intérieur de la capitainerie de Porto Seguro, sur les confins de la capitainerie d'Espirito Santo. Ce

aller à la recherche des gisements de l'intérieur ; mais les nombreux obstacles à vaincre ralentirent bientôt leur zèle, et ce n'est qu'en 1693 qu'un Pauliste, naturel de Taubaté, Antonio Rodriguez Arzaõ, apporta les preuves de l'existence de l'or. Il était parvenu, avec une bande de 50 hommes, à travers les sertões du Rio Doce, jusqu'au district de Caheté (forêt épaisse), et là, guidé par une Indienne, il avait pu recueillir quelques pépites d'or, environ 3 oitavas ⁽¹⁾, qu'il s'en fut offrir à la Camara (Chambre municipale) de Espirito Santo, où il arriva

(1) *Sertões*, régions montagneuses couvertes d'épaisses forêts et inhabitées.

(1) Une oitava équivaut à 357 586.

en descendant le Rio Doce ; celle-ci en fit frapper deux médailles, dont l'une fut déposée aux Archives et l'autre remise à Arzaõ. Il revint ensuite à Taubaté, pour entreprendre une nouvelle expédition, mais il mourut des suites de ses fatigues, sans avoir pu mettre son projet à exécution, laissant le journal de ses investigations à son beau-frère Bartholomeu Bueno. Celui-ci, ruiné par le jeu et avide de reconquérir la fortune, parvint à décider plusieurs de ses parents et de ses amis à l'accompagner dans une expédition à l'intérieur : ils partirent de S. Paulo au commencement de 1694 et, guidés par l'itinéraire d'Arzaõ, ils se dirigèrent à travers les épaisses forêts des sertões, en se réglant sur les pics élevés de quelques serras, qui leur servaient de phares dans cette immensité déserte ; ils atteignirent ainsi la Serra d'Itaverava, à 8 lieues de l'endroit où devait s'élever plus tard Ouro Preto.

Malgré leur manque d'expérience et l'insuffisance de leurs moyens, ils parvinrent à retirer un peu d'or. Comme ils ne possédaient pas d'outils en fer, ils en étaient réduits à creuser la terre en se servant de pieux effilés pour découvrir les sables aurifères, et à en faire la concentration dans ces écuelles de bois ou d'étain que portaient toujours sur eux les voyageurs ; aussi n'extraient-ils qu'une faible partie de l'or contenu. Ils arrivèrent cependant à recueillir une certaine quantité du précieux métal, 12 oitavas environ, qu'ils échangeaient contre une carabine à un des compagnons du colonel Salvador Fernandes Furtado, chef d'une bande qui poussait ses recherches au pied de l'Itacolumy, sur les bords d'un affluent de la rivière de Carmo. Cet individu, une fois en possession de cet or, quitta ses compagnons pour retourner à S. Paulo, mais à Taubaté il conta sa bonne fortune à un de ses amis, qui ne trouva rien de mieux que de le dépouiller et de s'enfuir à Rio de Janeiro, où le Gouverneur, pour le récompenser d'une découverte qu'il n'avait pas faite, le nomma capitão-mor (capitaine-major) de la ville de Taubaté.

Ces faits suffirent pour exciter l'esprit aventurier des Paulistes ; l'ardeur qu'ils déployaient pour la capture des Indiens, ils l'employèrent à la recherche de l'or, dont l'existence était définitivement reconnue. Il s'établit dès lors un courant d'émigration vers les sertões, et les découvertes des régions aurifères devinrent chaque jour plus nombreuses.

Les Paulistes Antonio Dias, Thomas Lopes de Camargos, Francisco Bueno da Silva et le Padre João de Faria Fialho, furent les premiers qui découvrirent l'or dans le district d'Ouro Preto en 1699, 1700 et 1701, et c'est à cause de la couleur sombre du métal qu'ils retirèrent, qu'ils donnèrent à la Serra qui le renfermait le nom de Serra d'Ouro Preto ⁽¹⁾. La richesse des mines y attira un grand nombre d'aventuriers, et leur nombre augmentant chaque jour, une ville s'éleva au pied de la Serra, dont elle prit le nom : Ouro Preto devint rapidement le centre d'un vaste territoire, que l'on désigna sous le nom de Minas Geraes, et dont les habitants furent appelés les Mineiros (mineurs), et, pour perpétuer le souvenir de sa création, on donna à des quartiers de la ville le nom de quelques-uns des premiers explorateurs. Ce territoire des Mines fut d'abord placé sous la dépendance de la capitainerie générale de Rio de Janeiro, puis, en raison de son importance croissante, réuni au territoire de S. Paulo, pour former la capitainerie générale de S. Paulo et Minas, avec la ville de S. Paulo comme capitale (Carta regia du 23 novembre 1709), et le premier Gouverneur de la nouvelle capitainerie générale, lors de sa venue aux Mines pour installer un régime régulier et réglementer les impôts, confirma le rang de ville à Ouro Preto, sous le nom de Villa Rica de Ouro Preto (ville riche d'or noir), le 8 juillet 1711.

Comme le nombre de la population sur le nouveau territoire allait constamment en augmentant, et afin de réprimer d'une manière plus efficace tout mouvement de rébellion des mineurs, sur lesquels pesait le lourd impôt du *quinto*, le Gouvernement de la métropole éleva, par Provision du 2 décembre 1720, la capitainerie subalterne de Minas Geraes à l'état de capitainerie générale, indépendante de S. Paulo, avec Villa Rica comme capitale. Cette ville passa au rang de cité et reprit son ancien nom d'Ouro Preto, lors de l'indépendance du Brésil, en 1822, en devenant la capitale de la province de Minas Geraes, sous le nom de « Imperial cidade de Ouro Preto ».

« La position de la capitale des Mines a été entièrement décidée par la richesse des terrains sur lesquels elle s'est élevée, car sous tous les autres rapports, il n'eût pas été possible de faire un plus mauvais choix. De toutes parts, elle est entourée de hautes montagnes, au milieu desquelles se distingue de loin l'Itacolumy, avec son sommet recourbé en forme de corne émoussée ⁽²⁾ (fig. 4). » Partout, dans la ville même, on rencontre de nombreux vestiges des anciens travaux : montagnes bouleversées, dont les flancs déchirés témoignent encore aujourd'hui des attaques de l'homme ; réservoirs immenses avec leurs murs de forte épaisseur, faits de gros blocs de pierres, cimentés simplement de terre délayée durcie par le temps et dont le pic aurait difficilement raison, vastes réceptacles où les eaux aurifères venaient déposer leurs boues précieuses, que le mineur repre-

nait pour en retirer le métal contenu. Et de tous les côtés, sur les routes qui conduisent dans la campagne, ce ne sont que pans de murs noircis, ruines d'anciennes maisons, vieux restes témoins d'une grandeur passée, dont les fondations encore solides résistent aux violentes tempêtes qui s'abattent chaque année sur la contrée, et le plus souvent servent d'assises aux maisons nouvelles qui s'élèvent sur leur emplacement.

Pendant que se fondait Ouro Preto, d'autres bandes poursuivaient leurs recherches de divers côtés : c'est ainsi que la troupe dirigée par le colonel Salvador Fernandes Furtado était parvenue, en exploitant un affluent de la rivière du Carmo, à atteindre la rivière elle-même. Bientôt l'affluence des explorateurs dans ces parages amena la formation d'un centre populeux assez important pour jeter les premiers fondements d'une ville qui reçut, en 1711, le nom de Villa do Carmo, et qui, par Carta Regia du 23 avril 1745, fut érigée en cité, avec le nom de Marianna, en l'honneur de la reine D. Marianna d'Autriche, épouse de D. João V, lors de la création d'un évêché à Minas.

Pendant longtemps les mineurs du Carmo ignorèrent le voisinage d'Ouro Preto, qui est à peine distante de 12 kilomètres : ils contournaient le massif de l'Itacolumy, pour y venir, car il n'existait pas de chemin à travers les épaisses forêts et les roches escarpées au milieu desquelles coule la rivière qui passe à Ouro Preto, avant d'atteindre la Villa do Carmo, où elle prenait le nom de rivière du Carmo. Cependant, ils arrivèrent à soupçonner l'existence de travaux d'exploitation dans le voisinage, à l'aspect des eaux troublées par le lavage de l'or, et parvinrent à s'ouvrir un chemin à travers ces régions presque impénétrables, en se guidant sur les eaux boueuses de la rivière. Ce fut pendant longtemps le seul chemin qui existât entre les deux villes.

La fièvre de l'or envahissant de plus en plus les esprits, on vit accourir aux mines des aventuriers des Capitaineries de Rio de Janeiro, Espirito Santo, Porto Seguro, Bahia, Sergipe et Pernambuco : de là de nombreuses luttes et des conflits successifs suscités par la concurrence, mais l'obligation de se répandre un peu partout amena la découverte de nouvelles régions aurifères.

C'est à ses gisements d'or que le fertile territoire de Sabara dut d'être exploré et de voir arriver une agglomération de gens telle qu'il se forma rapidement une ville qui reçut le nom de Villa de Sabara, le 17 juin 1711.

A quelques lieues de là, les riches régions de Caheté attirèrent les aventuriers, et bientôt s'éleva un village, qui fut créé ville le 29 janvier 1714, sous le nom de Villa Nova da Rainha.

En 1720, les frères Ilbernaz arrivèrent au pied d'un pic élevé, où ils découvrirent des gisements aurifères ; ils lui donnèrent le nom d'Itabira (ita, pierre ; bira, brillante). Bientôt des explorateurs se groupèrent autour d'eux, et l'endroit prit le nom d'Itabira de Matto Dentro.

A Santa Barbara, on trouvait l'or dans les sables de la rivière. A Cattedas Altas, on le rencontrait disséminé dans la jacutinga ⁽¹⁾. Inficionado (infecté) tira son nom d'un canal profond où l'or existait en abondance. Camargos fut ainsi nommé à cause de Thomas Lopes de Camargos, un des premiers explorateurs des gisements aurifères d'Ouro Preto, qui vint s'établir ensuite en cet endroit.

Partout on avait des preuves de l'existence de l'or, et là où, au commencement du siècle, il n'existait que des forêts impénétrables, on retrouvait dix ans plus tard des villes populeuses.

Cependant, comme l'antagonisme augmentait constamment entre les premiers occupants et leurs nouveaux concurrents, le gouverneur de la Capitainerie, Antonio de Albuquerque, s'était rendu aux mines, au commencement de 1711, afin d'y rétablir l'ordre et d'y installer un régime régulier par la formation d'un code des lois relatives aux mines ; malheureusement, l'établissement de l'impôt du *quinto* sur l'or et, bientôt après, la création de quatre maisons de fonte, à Villa Rica, Sabara, S. João del Rey et Villa do Principe, envenimèrent encore plus les esprits et de nombreuses révoltes éclatèrent.

Chaque mineur était obligé de remettre aux officiers royaux les pépites et la poudre d'or qu'il recueillait ; ceux-ci en prélevaient la cinquième partie (*quinto*), et le reste était purifié et fondu en barres, aux frais du Gouvernement ; ces barres étaient essayées et marquées suivant leur titre et leur valeur, puis remises à leur propriétaire avec un permis de circulation.

Cet impôt sur l'or était tellement onéreux, que les mineurs employèrent tous les moyens pour s'y soustraire. La fraude prit des proportions considérables ; malgré les ordres les plus sévères, on faisait passer fortuitement à Rio de Janeiro une grande quantité de l'or à l'état de poudre brute. Pour y mettre un frein, le nouveau gouverneur fit placer des barrières sur les points principaux des chemins connus : là, les personnes venant du district des mines étaient soumises à un examen scrupuleux ; on notait sur un registre le certificat dont chacun devait être muni et sur lequel était désigné ce que l'on emportait et le lieu où l'on se rendait. En outre, des patrouilles,

(1) Ouro, or ; preto, noir.

(2) CASTELNAU. Expédition dans la partie centrale de l'Amérique du Sud.

(1) Couches friables de sable brillant composé de quartz à grains fin et de fer spéculaire.

où les mines étaient en pleine prospérité, vers l'année 1750 environ, le nombre des travailleurs qui étaient occupés au travail des mines s'élevait à plus de 80 000, tandis qu'en 1820 il y avait à peine 6 000 personnes employées à l'extraction de l'or. Alors que le quinto donnait 1 170 kilogr. d'or en 1750, il n'en donnait plus que 570 en 1799 et seulement 105 en 1819 (1).

Les mineurs, à la fin, dégoûtés des peines nombreuses qu'ils se donnaient pour recueillir un peu d'or, et comptant trouver dans la fertilité du sol plus de ressources pour subvenir à leurs besoins, lâchèrent pic et levier pour s'adonner à l'agriculture. Mais le feu mis inconsiderément de tous côtés, pour faciliter la découverte de l'or, et les nombreux mouvements dus au travail des mines avaient rendu le sol impropre à la culture; ils abandonnèrent peu à peu la région des mines pour chercher au loin des endroits plus fertiles. Le district minier se dépeupla de plus en plus : Ouro-Preto, qui, au milieu du siècle passé, possédait plus de 80 000 habitants, en contient à peine 8 à 10 000 aujourd'hui.

« La stérilité des cimes de la Serra, les gorges et les excavations, un ciel presque toujours couvert, des maisons bâties au flanc des montagnes, sans aucun ordre, avec des jardins étroits, mal cultivés et séparés les uns des autres par des murs en ruines, tel est l'aspect peu enchanteur qu'offre la capitale de la province des Mines. Les maisons ainsi placées sur les montagnes sont échelonnées le long de rues mal chaussées et mal alignées, sans en excepter la plus commerciale et la plus longue, la rue Droite, qualification bien mal justifiée, et sont faites de terre; le plus souvent, un simple rez-de-chaussée avec un jardin par derrière. Le palais du gouvernement se compose d'un

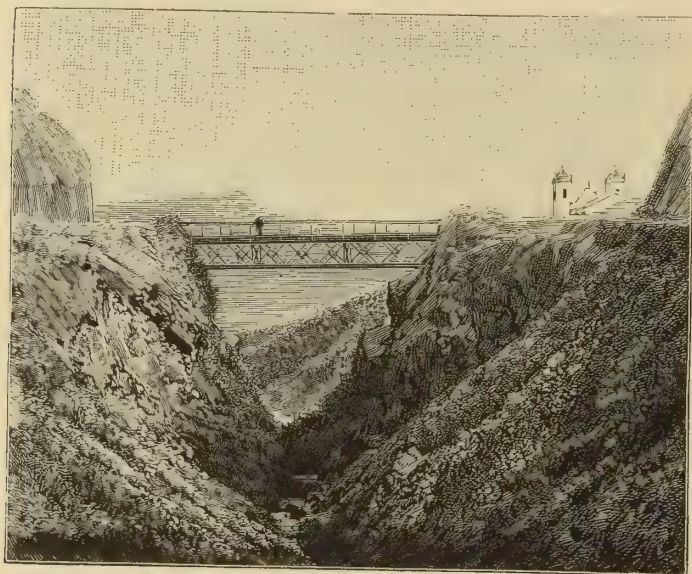


FIG. 3. — Excavation faite par les anciens mineurs d'Ouro-Preto pour l'exploitation à ciel ouvert d'un filon de quartz aurifère.

édifice carré qui ressemble plus à une forteresse qu'à un palais, surtout quand on le regarde du haut d'un fortin un peu ruiné qui se trouve à cheval sur la ville. Une partie de l'édifice sert de logement aux autorités civiles et militaires de la province, le reste forme l'ancienne maison de fonte (2). »

Telle est la description que Milliet de Saint-Adolphe faisait d'Ouro-Preto, au commencement de l'empire, et l'aspect qu'elle présente de nos jours en est bien peu différent. On voit que les instructions au gouverneur Martinho de Mendonça ont été exécutées, au moins en partie : encore aujourd'hui, le Président habite l'ancien palais des gouverneurs.

Ces richesses minérales, qui auraient pu être une source de prospérité pour ce vaste territoire de Minas-Geraes, ont été gaspillées avant complet épuisement par les anciens exploitants. Déjà, en 1799, José Vieira Couto s'en plaignait : « Ces mêmes montagnes que l'on dit exploitées et épuisées, ont été simplement grattées à la surface, et les veines métalliques sont pour la plupart intactes au centre. L'ignorance des mineurs et leur négligence à s'instruire avec le temps dans leur profession sont la cause unique et aussi suffisante de la décadence actuelle des mines (3). »

Cependant, la faute n'en est pas aux seuls mineurs : le gouvernement de la métropole a été aussi responsable d'un tel état de choses par son incurie à réglementer le travail des mines et à imprimer une bonne direction aux travaux, en envoyant des personnes habiles dans l'art des mines et capables de guider les mineurs; il ne s'occupait

d'eux que pour les pressurer, comme en font foi les diverses instructions adressées aux gouverneurs.

Ce ne fut que lors de la venue de la famille royale au Brésil que l'on commença à s'émouvoir du sort des mineurs : le ministre d'Etat, comte de Linhares, envoya à Minas, en 1811, un Allemand, le baron d'Eschwège, pour y étudier la manière dont les mineurs pourraient rendre leurs mines plus productives et pour leur fournir des éclaircissements et des conseils. Malheureusement ceux-ci s'entêtèrent dans leurs anciens errements et se refusèrent à établir quelques appareils destinés à faciliter le traitement des minerais. Cependant, espérant par son exemple amener les mineurs à comprendre mieux leurs intérêts, il obtint, par décret, en 1817, l'autorisation de former une compagnie de mines, et, pour cela, acheta la mine de Passagem, située près du village du même nom, à 6 kilomètres de Villa-Rica. Il installa un atelier de neuf bocards, et commença à percer une profonde galerie destinée à l'épuisement des eaux qui inondaient la mine, et dont il existe encore des vestiges aujourd'hui. Les événements politiques qui surgirent en 1820 l'obligèrent à quitter le Brésil et l'empêchèrent d'assister au succès de son entreprise, qui donna par la suite de bons résultats, grâce à une sage administration.

Les efforts d'Eschwège n'ont pas été entièrement perdus; en formant une Compagnie, il a ouvert une ère nouvelle pour l'exploitation des mines d'or au Brésil. Il est vrai que le nombre des Compagnies existant actuellement dans la province de Minas-Geraes est bien restreint, quand on le compare à la quantité de mines exploitées au siècle passé; il n'y a, en effet, que six Compagnies de mines d'or, toutes étrangères :

Saint-John del Rey Mining Co (Mines de Morro Velho et Cuiaba).

Santa Barbara Mining Co (Mine de Pari).

Pitangui Mining Co (Mine de Pitangui).

Dom Pedro North del Rey Mining Co (Mine de Machiné).

Ouro Preto Mining Co (Mines de Passagem, Raposos, Espirito Santo et Borgès).

Société des Mines d'or de Faria (Mine de Faria).

La formation d'une Compagnie de mines au Brésil ne s'effectue qu'avec une grande lenteur et après avoir surmonté de nombreuses difficultés. Les capitaux y sont difficiles à trouver, c'est l'étranger qui en fournit la plus grande partie.

En outre, les propriétaires d'une mine ne se décident à la vendre qu'après de longs et nombreux pourparlers. Il arrive souvent que, n'ayant aucune idée de la valeur du gîte qu'ils possèdent et persuadés qu'il renferme un trésor, ils affichent des prétentions qu'une Compagnie sérieuse ne peut accepter sous peine de se suicider, et, plutôt que d'entrer à combinaison, ils préfèrent continuer à gratter superficiellement leur mine, et à détériorer ainsi une valeur dont ils ne tirent eux-mêmes aucun profit, dans l'impossibilité où ils se trouvent de se procurer les moyens propres à la faire fructifier.

Les mines d'or ont donc passé par deux phases, qui formeront les deux grandes divisions de cette étude. A la première, correspondent les exploitations anciennes faites par les mineurs eux-mêmes, qui y employaient les nombreux esclaves qu'ils possédaient; ce qui explique qu'avec leurs moyens rudimentaires, ils aient pu exécuter ces gigantesques travaux dont on retrouve encore de nombreuses traces. A la seconde, correspondent les exploitations modernes par les Compagnies de mines, avec un personnel restreint et un outillage mieux approprié.

PAUL FERRAND,

Professeur à l'École des Mines d'Ouro-Preto (Brésil).

(A suivre.)

TRAVAUX PUBLICS

LES PORTS DU TONKIN

(Planche XXVIII.)

I. — LES PORTS DE COMMERCE

Généralités. — Sans vouloir faire ici une étude même sommaire du commerce actuel du Tonkin et de son développement probable, nous chercherons à donner quelques aperçus sur les conditions techniques d'établissement des ports existants ou projetés de notre nouvelle colonie; nous entrerons aussi dans quelques détails sur le port de guerre dont nous avons dressé l'avant-projet en 1887, d'après les ordres de M. le Ministre de la Marine.

Aspect des côtes. — Les côtes du Tonkin forment deux catégories bien tranchées: les unes, au sud, basses, vaseuses, fuyantes, constamment modifiées, règnent dans toute la partie où débouchent les innombrables branches du fleuve Rouge; elles forment la base du Delta sur 140 kilomètres de longueur; les autres, au nord, élevées, rocheuses, saines et nettes, présentent au navigateur des fonds stables et un ensemble de propriétés des plus remarquables; elles s'étendent de Quang-Yen à la frontière de Chine. Nous reviendrons plus loin sur la description de cette partie. Rappelons seulement que les côtes du

(1) VON ESCHWÈGE. *Pluto Brasiliensis*. Berlin, 1833.

(2) *Diccionario Geographico do Imperio do Brazil*, par J.-C.-R. MILLIET DE SAINT-ADOLPHE, traduction du Dr GAETANO LOPES DE MOURA. 1843.

(3) *Memoria sobre a capitania de Minas-Geraes*, par JOSÉ VIEIRA COUTO. (Revista do Instituto, 2^e série, tome IV, 1848.)

PORTS DU TONKIN

Fig. 1. Carte des voies de communication entre Port-Courbet et le Delta.

Echelle de 1/300.000

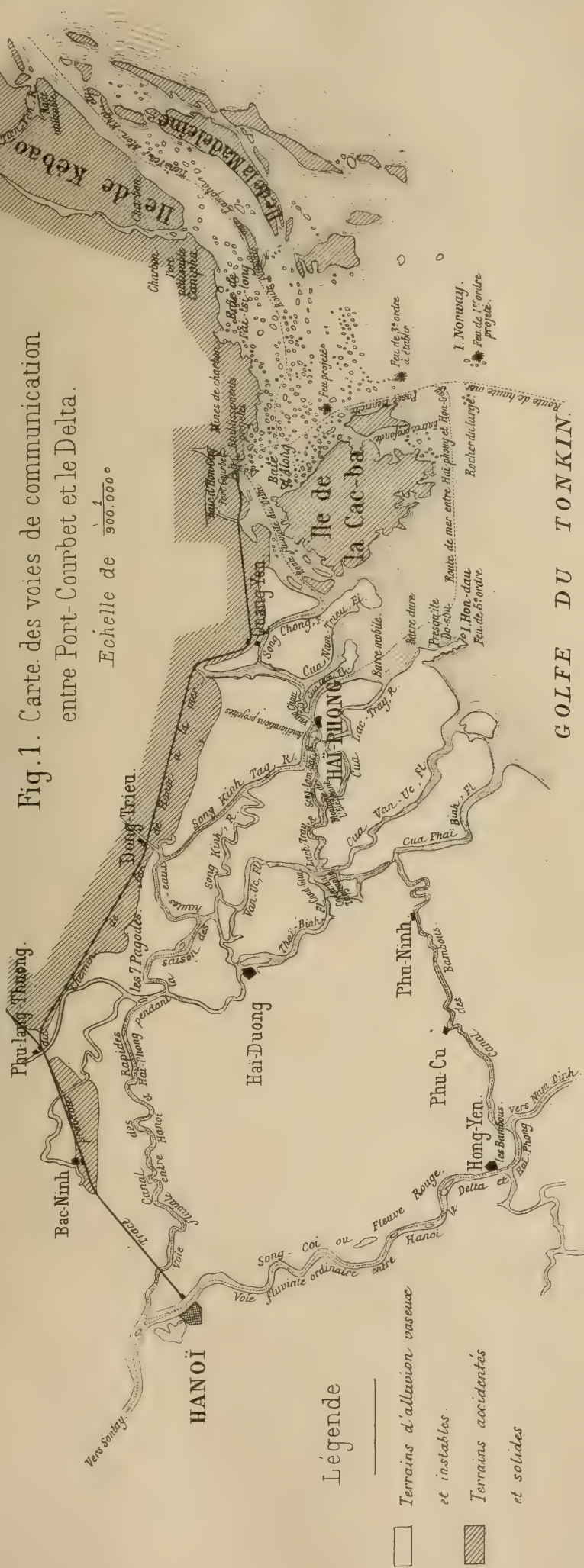


Fig. 2. Double barre de Cua-Cam (1400.000 m³ à draguer.) (Entrée d'Hai-phong.)

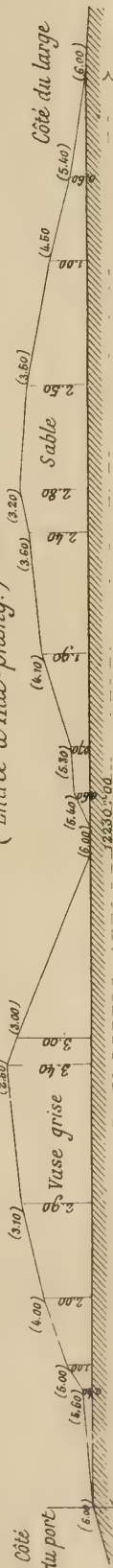


Fig. 3. Barre du Cua-nam-trieu (700.000 m³) (Entrée de Quang-Yeu.)

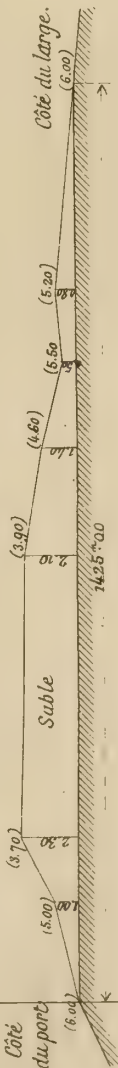


Fig. 4. Seuls de la baie d'Along (400.000 m³) (Entrée du port Courbet.)

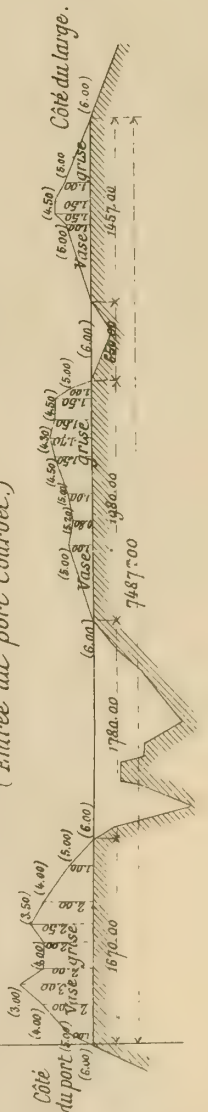
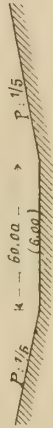


Fig. 5. Profil-type du chenal.



Les chiffres entre parenthèses expriment des cotes comptées à partir du niveau des plus basses mers et positivement vers le bus.

Delta peuvent être regardées comme le type de l'instabilité; on sait en effet que le fleuve Rouge est cité par les géologues comme un des agents les plus puissants du globe pour la formation de terrains d'alluvion conquis sur le domaine de la mer. Tous les fleuves qui débouchent dans cette région présentent donc des barres vaseuses sans cesse déplacées, dont le tirant d'eau ne dépasse pas 2 mètres, ce qui en interdit l'accès à la marine des peuples civilisés. Les seuls navires qui s'y s'engagent sont des jonques de faible tonnage.

Aussi ne peut-on songer à fonder un établissement de quelque importance dans ces parages.

Haiphong. — C'est pourtant dans des conditions à peine meilleures que s'est établie Haiphong, dont le développement est, à bien des points de vue, surprenant. Fondée à la hâte, pour les besoins de l'expédition, dans un terrain vaseux, à peine dégagé des hautes mers, elle n'était, en mars 1885, « qu'un amas de paillottes », comme l'écrivait M. Renaud, Ingénieur hydrographe, dans sa remarquable notice sur les ports du Tonkin. En mars 1887, quand nous la quittâmes, c'était déjà une ville. Elle possède aujourd'hui des rues et des hôtels, qui la rendent comparable à Saïgon, la charmante cité que nous pouvons opposer aux plus jolies résidences anglaises.

Cette prospérité est due sans aucun doute à une situation géographique avantageuse, point de suture obligé entre la voie de mer et le réseau des communications fluviales. Celles-ci se font avec Hanoi et le Delta tout entier par deux voies distinctes, alternativement employées suivant la hauteur des eaux. Bien que susceptible de grandes améliorations de détail, ce réseau offre, tel qu'il est, un tirant d'eau de 1^m50 à 2 mètres, d'ores et déjà suffisant. Ce qui est plus déficieux, c'est l'accès du large, auquel conduit l'estuaire du Cua-Cam. La distance d'Haiphong à la haute mer n'est, il est vrai, que de dix milles marins, avec des fonds de 8 à 9 mètres sur une largeur de 300 à 500 mètres; mais ces fonds sont malheureusement interrompus par une double barre dont nous donnons le profil dans la figure 2 (pl. XXVIII).

Cette particularité, unique à notre connaissance, pose une limite rigoureuse au tirant d'eau des navires qui fréquentent le port d'Haiphong.

La barre extérieure, formée de sable fin et dur, ne pourrait en effet que très difficilement être approfondie et entretenue, à cause de sa situation découverte vers le large. Quant à la barre intérieure, de vase molle, elle est tellement fluide que les navires n'hésitent pas à s'y engager de 0^m50, et ne cessent pas, malgré cela, de gouverner; on aurait encore plus de peine à s'en rendre maître. La barre dure n'a pas varié depuis 1878; elle est cotée (3^m20); l'amplitude des marées étant de 3 mètres, c'est à peu près 6 mètres d'eau dont on dispose pour l'entrée des plus grands navires.

En cas d'amortissement, il n'y a pas la moindre rade à proximité pour s'abriter des vents du large.

C'est donc une situation maritime médiocre, et, il semble, de peu d'avenir.

Quang-Yen. — Le port de Quang-Yen, relié à la mer par le Cua-Nam-Trieu, magnifique estuaire, plus profond encore que le Cua-Cam, et à Haiphong par le canal du Vang-Chau, n'offre aucune importance commerciale.

Cependant il présente, au point de vue maritime, une supériorité incontestable. Le Cua-Nam-Trieu n'a qu'une barre, cotée (3^m70); elle a donc 0^m50 de tirant d'eau de plus que celle d'Haiphong; de plus, elle est sableuse et pourrait peut-être s'améliorer par des travaux. Enfin la région de Quang-Yen n'est pas de formation alluvionnaire; les quais y seraient faciles à fonder; la salubrité passe pour y être plus grande que dans le Delta.

Contre tous ces avantages, l'inconvénient d'un éloignement du Delta plus grand de 15 à 16 kilomètres, l'a emporté, et la faveur du commerce s'est déclarée pour Haiphong.

Autres ports de commerce. — On peut dire qu'en dehors des deux points qui précèdent, en dehors même d'Haiphong, il n'existe pas de commerce maritime au Tonkin. Ce n'est pas que la disposition des côtes ne s'y prête pas: tant s'en faut; mais la fertilité du sol ayant attiré la presque totalité des agglomérations dans le Delta, c'est là qu'a dû se concentrer l'activité commerciale; or les conditions de la navigation maritime y sont, nous l'avons dit, médiocres. Par contre, là où ces conditions sont bonnes, les habitants font défaut; mais il n'est pas dit, heureusement, que cet état de choses persiste, et que l'activité industrielle ne vienne pas un jour favoriser des régions impropres à l'activité agricole, la seule qui soit de quelque importance au Tonkin, et qui s'est concentrée dans le Delta.

Parmi les points qui seraient alors appelés à jouer un rôle comme ports de commerce, il faut citer Tyen-Yen et Kampha avec des rades bien abritées et des passes d'entrée ayant 6 mètres d'eau aux plus basses mers, soit 9 mètres à haute mer.

Des gisements de charbon et des exploitations forestières existent dans le voisinage de ces points et pourraient prendre une certaine importance.

Mais, de ces ports futurs, le plus remarquable par ses qualités

maritimes et son voisinage du Delta est sans contredit la baie d'Hon-Gay, qui a reçu, par décision ministérielle, le nom de Port-Courbet, en l'honneur de l'illustre marin qui en a signalé toute l'importance.

La valeur de ce port au point de vue commercial est évidemment subordonnée à une foule de conditions, d'une réalisation probable, mais sur lesquelles les gouvernants ont peu d'action, puisqu'il est reconnu qu'on ne crée pas d'emblée et par décret un port de commerce. Sa valeur militaire reste au contraire hors ligne; elle a été reconnue par les hommes les plus compétents, et elle s'imposera le jour où l'on voudra sérieusement organiser notre possession et la doter d'un port de guerre, indispensable à sa sécurité.

II. — LE PORT DE GUERRE

Nécessité d'un port militaire au Tonkin. — Il peut sembler superflu de créer un établissement militaire et maritime de quelque importance au Tonkin, alors que nous possédons à Saïgon un arsenal admirablement organisé et doté d'un bassin de radoub de 150 mètres de longueur. La question mérite en effet une discussion approfondie; mais la solution serait loin d'être facile, et en fait elle a été tranchée en faveur du Tonkin, puisqu'on a créé à Haiphong des magasins, des installations, des ateliers provisoires, coûteux et médiocres; on y dépense beaucoup d'argent, et quel tribut n'a-t-on pas payé aux industriels anglais de Hong-Kong? Mieux eût valu s'installer de suite définitivement, après une étude sérieuse du point à choisir.

Il est à remarquer en effet que Saïgon est à quatre jours de mer de Haiphong, qu'une avarie dont la réparation est différée entraîne souvent des pertes énormes, enfin que le voisinage de la Chine appelle la création d'un établissement puissant, très utile au point de vue de l'effet moral.

Port-Courbet. — La baie d'Hon-Gay répond, comme nous le verrons, à tous les desiderata que l'on peut formuler au sujet d'un port de guerre. Située à égale distance des deux frontières de l'Annam et de la Chine, reliée de la façon la plus directe aux voies fluviales du Delta et à la haute mer, elle a encore l'avantage de permettre, par sa formation géologique, la construction d'ouvrages solides et durables.

Description générale. — Le navigateur qui s'avance vers ces rivages aperçoit de loin une côte élevée, aux silhouettes accentuées; alors que la sonde accuse encore 12, 15 et 20 mètres d'eau, il se trouve soudain au sein d'un archipel de roches grises aux formes étranges, dont les parois à pic ont jusqu'à 80 mètres d'élévation. Ces roches calcaires règnent sur environ 100 kilomètres de longueur et près de 10 d'épaisseur: peut-on imaginer un brise-lames plus gigantesque et plus parfait? Aussi jouit-on, par des fonds de 10 à 15 mètres, d'un abri complet, au sein d'espaces libres suffisants pour les évolutions et le mouillage des plus grands navires. Derrière cette ceinture naturelle se trouve la côte, bordée de collines de grès aux formes arrondies. Deux d'entre elles laissent libre, sur 300 mètres de largeur, la passe de Cua-Luc, qui débouche immédiatement dans la baie d'Hon-Gay. Cette entrée franchie, on se trouve en présence d'un panorama des plus grandioses: une nappe d'eau de 2 000 hectares se déploie dans un cirque immense, fermé par des mamelons arrondis qui vont s'étagant de toutes parts, et sont dominés, au nord, par d'immenses pics calcaires, identiques à ceux qui règnent en pleine mer; quelques îlots boisés occupent le centre du tableau. Il s'en faut que cette étendue d'eau soit partout navigable: une centaine d'hectares seulement correspondent aux fonds de 8 mètres ou plus; mais cela suffirait pour mouiller une douzaine de nos plus grands cuirassés.

La température est supportable sur les hauteurs de la baie, grâce aux brises qui y règnent presque constamment. Voici, du reste, comme élément de comparaison, quelques chiffres que nous avons observés:

Moyenne des maxima diurnes.

	A Haiphong.	A Hon-Gay.
Septembre (1886)	29° 23	29° 28
Octobre	28° 87	28° 40
Novembre	25° 53	24° 56
Décembre	20° 90	20° 83

Renseignements géologiques. — La salubrité y serait certainement satisfaisante, tant à cause de la présence de l'eau de source qui s'y trouve en abondance, alors qu'Haiphong n'a que des citernes, qu'à cause de la formation géologique des terrains. Ceux-ci appartiennent au groupe houiller; les grès de toute espèce y abondent; le calcaire qui se présente en monolithes énormes est d'une finesse et d'une homogénéité parfaite, susceptible de donner par le polissage un véritable marbre gris. Le charbon affleure en bien des points, et l'on sait les espérances qui reposent sur l'exploitation malheureusement toujours différée de ces mines. M. Fuchs, Ingénieur au corps des Mines, a fait, au point de vue géologique, une étude complète de la région qui nous occupe.

Les essais de ce charbon n'ont pas été concluants, mais il est à remarquer que les échantillons ont été pour ainsi dire ramassés au

niveau du sol et que la qualité s'améliorera très probablement quand on opérera sur des couches plus profondes.

Toutes les probabilités s'accordent à faire prévoir là, non seulement une source de richesse pour le pays, mais un élément inappréciable de supériorité au point de vue militaire. Les mines de charbon les plus voisines de nos possessions d'Extrême-Orient sont celles du Japon, et l'on conçoit quel intérêt nous aurions à être maîtres de nos approvisionnements en cas de guerre.

Défense militaire. — La remarque qui précède est un argument de premier ordre en faveur de Port-Courbet. En outre, et bien que nous n'ayons pas qualité pour traiter le côté militaire de la question, nous devons dire que cette position est regardée, par tous les hommes compétents, comme inexpugnable. Du côté de la terre, aucune attaque n'est possible, grâce aux sommets où nous avons, dès maintenant, des postes d'occupation. Par mer, quel ennemi oserait s'aventurer dans un dédale de rochers inconnus, où il s'exposerait à être torpillé à tous les tournants ? En un mot, Port-Courbet est naturellement une position militaire ; Saigon, Haiphong ne le sont pas et ne pourraient le devenir qu'à grands frais.

Voies de communication. — Ces qualités seraient stérilisées s'il n'existait pas de possibilité de créer des voies de communication faciles entre le Delta et le port projeté. Ces voies (fig. 1, pl. XXVIII), sont de trois sortes : 1^o la route de mer, entre Hon-Gay et Haiphong, par la baie d'Along ; elle est suivie actuellement par les navires calant plus de 3 mètres ; 2^o la route fluviale, à l'abri de la zone de rochers que nous avons signalée ; elle est accessible, en tout temps, aux chaloupes de 2 mètres de tirant d'eau ; 3^o enfin la voie de terre, qui reste entièrement à créer. Cette voie devra être, à notre avis, une route doublée d'un chemin de fer, se dirigeant sur Hanoi. De tous les projets qui ont pour but de relier la capitale du Tonkin à la mer, le tracé que nous avons indiqué, avec Hon-Gay comme terminus, paraît de beaucoup le plus économique ; il repose constamment sur des terrains gréseux à faibles dénivellations, et comporte peu d'ouvrages d'art. Au contraire, le tracé sur Haiphong entraînerait un grand nombre d'aqueducs, 7 ponts de 50 mètres et un grand viaduc de 1 200 mètres pour le passage du Thai-Binh, avec une assiette de terrain vaseux et submersible ; la distance serait réduite, il est vrai, de 30 kilomètres. Malgré cela, le tracé Hanoi-Hon-Gay a toutes les chances d'être réalisé le premier ; il comporterait un parcours de 150 kilomètres environ, soit cinq à six heures de trajet.

On met actuellement vingt heures au moins par chaloupes fluviales.

Régime du littoral, courants, marées. — Il nous reste, pour compléter ces renseignements sommaires, à caractériser le régime du littoral à différents points de vue. Les fonds, nous l'avons dit, sont de 10 mètres et plus dans la baie d'Along ; ils sont de 8 à 10 mètres dans la baie d'Hon-Gay. Entre ces deux mouillages, on franchit des hauts fonds, dont le plus élevé est à la cote 3 mètres ; les hautes mers donnant 3 mètres, la limite du tirant d'accès est actuellement de 6 mètres.

Tous ces fonds sont tapissés d'une vase grise très fine et très homogène, nullement fluente, et cependant très facile à entamer à la drague. Cette vase ténue, qui provient en partie de l'usure des roches calcaires, repose sur une couche plus compacte d'argile rouge, que l'on trouve entre les cotes (7,00) et (8,00).

Les courants sont peu prononcés ; on doit signaler le courant de remplissage et de vidage de la baie, qui dessine jusqu'à la haute mer un thalweg dont nous avons profité pour établir le chenal d'entrée.

Le régime des marées du Tonkin est des plus bizarres, et, bien que connu, il n'est pas caractérisé assez exactement dans l'Annuaire des marées. Il n'y a qu'une haute mer par 24 heures ; aux environs de la morte-eau, l'étalement se prolonge pendant près de 48 heures et reste voisine de la cote (2,00). De plus, la succession des heures est telle, que, pendant des périodes de 4 à 5 mois, les pleines mers tombent constamment de jour ou constamment de nuit. Ce phénomène donne une importance capitale à l'éclairage des passes, puisque pendant plusieurs mois tous les mouvements de navires peuvent être forcés de se faire de nuit.

Un fléau malheureusement trop fréquent dans les pays tropicaux, les cyclones ou typhons, serait moins désastreux à Hon-Gay qu'ailleurs, à cause des rochers de la baie d'Along, qui brisent la force du vent aussi bien que celle de la mer et empêchent la transmission des grandes ondes.

Il nous reste maintenant à indiquer, *in globo*, quels seraient les travaux à effectuer et la dépense à prévoir pour l'utilisation de ces dispositions naturelles et la création d'un grand port de guerre à Hon-Gay. Indiquons les travaux dans l'ordre où on les rencontrerait en venant du large.

L'atterrissage. — Une Commission spéciale, réunie en 1885, a arrêté un programme d'ensemble pour l'éclairage des côtes de l'Annam et du Tonkin. Aux deux phares de premier ordre qu'elle a prévus, l'un sur l'îlot Hon-Dau, l'autre sur les Norway, il nous paraîtrait indispensable d'ajouter deux feux de 3^e ordre, l'un à l'entrée, l'autre au

fond de la passe Henriette. L'atterrissage serait ainsi des plus faciles, de jour comme de nuit.

Le chenal d'entrée. — Nous pensons qu'il convient d'assurer l'accès journalier des navires calant 8 mètres d'eau ; il faut, pour cela, d'après ce que nous avons dit, réaliser dans le chenal la cote (6,00). Les vives eaux ordinaires donnant 3^m 20, on voit que cette cote permettrait même l'entrée des navires calant 9 mètres, à certaines époques ; elle semble donc convenablement choisie pour donner satisfaction à tous les besoins, comme l'indique le tableau ci-dessous :

Tirant d'eau des navires	Accès du port assuré		Durée maxima de la période d'attente
	chaque mois pendant	chaque jour pendant	
6 ^m et au-dessous	30 jours	24 heures	0 heure
6 ^m 50	"	"	2 —
7 "	"	23 heures	6 —
7 50	"	14 —	12 —
8 "	"	10 —	20 —
8 50	19 jours	6 —	6 jours
9 "	5 —	2 —	22 —

On a tout lieu de penser que la profondeur ainsi réalisée se maintiendrait ; il n'y a pas d'apports dans cette région, pas d'agitation dans les eaux. La vase, quoique facile à entamer, est loin d'être fluide, et tiendrait très bien sous un talus de $\frac{1}{5}$. La dépense d'entretien serait donc probablement très réduite.

La largeur à adopter nous paraît devoir être de 60 mètres au plafond, pour permettre le croisement des plus grands navires. Le tracé se composerait de deux alignements droits raccordés par une courbe de 1 500 mètres de rayon ; les alignements pourraient être donnés chacun par un groupe de deux feux à terre, d'une portée de 8 milles. En outre, six bouées lumineuses, vertes et rouges, jalonnent la courbe de raccordement. La longueur du dragage serait d'environ 5 kilomètres et le volume à enlever de près de 400 000 mètres cubes.

Le mouillage. — Le mouillage se ferait en arrière de la passe de Cua-Luc ; afin de diminuer l'espace occupé par les grands navires, il serait bon de supprimer l'évitage, en les amarrant sur des corps morts disposés à l'avance. Pour les bateaux de moins de 4 mètres de tirant d'eau, le mouillage serait libre.

Les ouvrages à terre. — Sans entrer dans le détail des dispositions à prévoir pour les bâtiments destinés à chacun des divers services de la marine, signalons qu'ils seraient divisés en deux groupes, situés immédiatement à l'entrée de la baie : l'un à l'est, l'autre à l'ouest. Celui de l'est comprendrait les magasins pour les approvisionnements et subsistances, ainsi que les parcs à charbon. Ceux-ci auraient le précieux avantage d'être situés à un ou deux kilomètres des mines elles-mêmes, et de pouvoir leur être facilement reliés par une voie ferrée.

On aurait donc le charbon à très bas prix. Un appontement permettrait aux plus grands navires de faire directement et rapidement leurs provisions.

Le groupe de l'ouest comprendrait les services de l'artillerie, des constructions navales et des mouvements du port. Chacun d'eux aurait la surface de terrain et la longueur de quai qui lui seraient nécessaires. Les murs de quai ne présenteraient probablement pas de difficultés exceptionnelles d'établissement et les types courants seraient applicables.

La scission des services en deux groupes séparés par une nappe d'eau ne paraît présenter aucun inconvénient ; elle existe, du reste, dans bien des arsenaux.

La dépense d'un bassin de radoub pour vaisseaux du plus grand type nous semble devoir être différée, étant donnée la proximité de celui de Saigon, qui mesure 152 mètres de longueur et 26 mètres de largeur. Mais il serait indispensable d'avoir un bassin pour navires calant 4 à 5 mètres ; il servirait, au besoin, aux réparations des canonniers fluviaux. Celles-ci sont nombreuses et présentent 7 à 8 types distincts ; on peut généralement les réparer par un simple halage sur cale.

Enfin les logements du personnel européen pourraient être installés dans des positions salubres et agréables en vue de la baie d'Along, sur les coteaux de 20 à 30 mètres d'altitude qui bordent la mer.

Telles sont les grandes lignes du projet qui nous paraît le plus avantageux. Nous terminerons cet exposé en donnant un aperçu de la dépense, qui peut s'établir ainsi :

Chenal de haute mer :

Dragage. — Achat de matériel, dragues, remorqueurs, chalands, etc.	Fr. 600.000	960.000
Exécution de travaux : 400 000 mètres cubes à 0 fr. 50 c.		
l'un, tout compris.	200.000	
Balutage : 6 bouées lumineuses	80.000	
Eclairage : 2 groupes de 2 feux de 3 ^e ordre.	80.000	960.000
A reporter.		

Atterrissage :	Report.	960.000	
Feu de 1 ^{er} ordre sur les îles			260.000
Norway. Fr.	100.000		
2 feux de 3 ^e ordre.	150.000		
Bouées, divers, etc.	10.000		
Mouillage :			
Corps morts, feux de port, sémaphore, etc.		60.000	
Ouvrages à terre :			
Terrassements : 600 000 mètres cubes à 0 fr. 50 c. Fr.	300.000		7.640.000
Murs de quai, 3 000 mètres courants à 500 francs l'un, en moyenne	1.500.000		
Appontements 700 mètres à 200 francs l'un	140.000		
Magasins et ateliers, 50 000 mètres carrés à 100 fr. l'un	5.000.000		
Voies ferrées, 8 kil. à 25 000 francs l'un	200.000		
Bassin de radoub de 4 mètres de tirant d'eau	500.000		
Imprévus, somme à valoir.		3.080.000	
MONTANT TOTAL. Fr.		12.000.000	

Conclusion. — Nous ne savons si la réalisation des idées que nous venons d'exposer est proche ou lointaine, mais il nous paraît impossible qu'elle ne soit pas commencée un jour ou l'autre. C'est le vœu ardent de tous ceux qui connaissent le Tonkin et ont acquis la notion de ses intérêts généraux et de ceux de la France en Extrême-Orient. Il nous semble que la fondation de Port-Courbet serait l'ancre qui fixerait définitivement l'esquif trop ballotté de notre puissance dans cette région. Nous sommes convaincu que l'impulsion donnée ne s'arrêterait pas là : le commerce suivrait la marine de guerre. Du côté du groupe de l'ouest et des mines de charbon, à proximité des carrières de calcaire, se fonderait une ville industrielle et commerciale qui bénéficierait du mouillage important qui se trouve en avant de la passe de Cua-Luc, et l'utiliserait comme port de commerce. Du côté de l'est, en relation avec la gare terminus de la ligne d'Hanoi, se créeraient des entrepôts, des hôtels, des villas d'agrément; là, toucheraient les courriers et transiteraient les voyageurs de l'intérieur. Une région nouvelle serait véritablement ouverte à notre activité, en même temps que nous assurerions l'avenir de notre colonie et le prestige de la France en Extrême-Orient.

E. DE FAGES,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

PROJET DE LOI RELATIF À L'AMÉLIORATION DU PORT DU HAVRE et de la basse Seine.

AMENDEMENTS ET CONTRE-PROJET

Il y a quelques semaines ⁽¹⁾, nous avons fait connaître l'économie du projet de loi relatif à l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine, et nous avons indiqué les diverses étapes de la procédure parlementaire qu'il avait suivies. Aujourd'hui, nous nous proposons de donner un résumé des débats engagés devant les Chambres et dans la Commission spéciale du Sénat sur ce projet ainsi que sur les amendements et sur le contre-projet.

On n'a pas oublié que deux amendements ont été proposés, l'un par M. Reymond, l'autre par M. Cuvinot, et que M. Teisserenc de Bort a soutenu, devant le Sénat, au mois de juin dernier, un contre-projet qui a été adopté.

Le vote de ce contre-projet a obligé la Commission du Sénat à procéder à une nouvelle discussion des solutions proposées. En conséquence, un second rapport a été déposé par M. Krantz, dont nous avons dû attendre la distribution pour que notre résumé fût complet. Nous commençons ce travail par l'examen de l'amendement qui s'écarte le plus du projet du Gouvernement.

I. — Amendement de M. Reymond. — Sans toucher à la partie du projet relative à la basse Seine, M. F. Reymond se borne à limiter les travaux destinés à l'amélioration du port du Havre au simple creusement de la passe sud-ouest jusqu'à 3^m50 en contre-bas du zéro des cartes marines. Cet approfondissement de la passe aurait pour résultat de permettre aux plus grands navires d'entrer, à toute marée, dans le port.

En combien de temps et à quel prix pourrait-on obtenir cet approfondissement ?

On a prétendu que la longueur de la passe à draguer serait d'environ 1 800 mètres, sa largeur variant de 225 à 400 mètres; que cette passe est ouverte dans une argile compacte mêlée de galets, qui ne pourrait être attaquée que par de puissantes dragues à godets; que trois seulement de ces engins pourraient y être employés à la fois;

enfin que leur travail serait forcément intermittent et devrait être interrompu pendant les basses mers de vive eau et au moment du passage des navires. On a calculé que, par suite, les 1 200 000 mètres cubes de déblais à enlever dans la passe représenteraient un cube d'environ 2 200 000 mètres de dragages, exigeraient au moins six années de travail et coûteraient environ 7 millions comme premier établissement, et comme entretien 500 000 francs par an. Puis on a demandé s'il n'y avait pas à craindre que cet approfondissement, une fois obtenu, ne fût comblé par l'apport continu des sables venant du sud et de l'est.

M. Reymond a d'abord contesté l'exactitude des chiffres présentés comme l'évaluation des déblais à enlever et de la somme à dépenser pour obtenir l'approfondissement de la passe. Il a fait remarquer ensuite qu'il y avait tout lieu de penser que la passe, une fois creusée, ne serait pas comblée, puisque le plateau dans lequel elle est ouverte, est actuellement à l'abri des envasements. Balayé alternativement, au cours de chaque marée, par des courants en sens contraire, il reçoit d'abord, du sud et de l'est, quelques dépôts que le courant passant au nord enlève promptement, et au milieu de ces perpétuelles oscillations, son niveau conserve une remarquable fixité.

Les adversaires de l'amendement de M. F. Reymond répliquent que ces assertions, exactes aujourd'hui, ne le seront plus quand on aura modifié l'état des lieux et quand on aura creusé sur ce plateau une fosse large et profonde où se déposeront les vases et les sables. Ils ajoutent que l'approfondissement de la passe sud-ouest ne procurerait, en tout cas, qu'un avantage restreint, insuffisant et précaire, et qu'il ne réalise aucune des améliorations que l'on est en droit de réclamer pour le port du Havre.

Sans contester la valeur et l'utilité de certaines parties du projet du gouvernement, M. Reymond a insisté sur ce point, que son amendement n'est pas une solution définitive, mais un *modus vivendi* provisoire, grâce auquel on pourrait étudier à nouveau le programme des grands travaux projetés au Havre, programme très discuté sur certains points.

M. Reymond a critiqué notamment l'établissement des deux avant-ports nord et sud et de leurs dispendieuses jetées, et il a mis en doute l'utilité de l'entrée nord-ouest projetée à mi-chemin de la Hève.

La Commission spéciale du Sénat n'a pas cru devoir modifier le projet qu'elle avait adopté après de longues délibérations, et elle a repoussé l'amendement de M. Reymond.

II. — Amendement de M. Cuvinot. — Persuadé que l'estimatif des dépenses sera certainement dépassé, M. Cuvinot s'est préoccupé à l'avance des mesures à prendre pour sauvegarder les intérêts du Trésor, et, au nom de la Commission des finances, il demandait qu'on fixât, dès à présent, au quart du total, la part des intéressés (c'est-à-dire les Villes et les Chambres de commerce de Rouen et du Havre) dans les excédents éventuels.

La Commission spéciale a fait remarquer que les Chambres de commerce répondraient à cette proposition qu'il leur était bien difficile de s'engager à l'avance pour des chiffres indéterminés, quand elles ignoraient ce que pourraient être leurs ressources à l'échéance des engagements. L'avenir seul leur apprendra ce qu'elles peuvent faire, et l'Etat peut d'autant mieux compter sur leur concours qu'elles ont tout intérêt à ne pas le lui marchander.

N'étant plus alors forcé d'intervenir, l'Etat peut même en pareil cas, obtenir parfois un accroissement de la proportion des subventions locales. Il pourrait donc fort bien arriver que la précaution que l'on veut prendre, dans l'intérêt du Trésor, tournât quelque peu à son détriment.

Toutefois, pour tenir compte, dans la mesure du possible, des *désiderata* de la Commission des finances, les Chambres de commerce du Havre et de Rouen se sont engagées, pour le cas où il en serait besoin, à fournir de nouveaux subsides calculés sur la base suivante :

« Etant donné que les subventions prévues au projet de loi ont été établies d'après le trafic moyen des trois dernières années, et que ce trafic s'augmentera, très probablement, dans la période décennale qui va s'ouvrir, d'où résultera, sans rien changer aux droits autorisés, un accroissement de recettes, les Chambres de commerce s'engagent à prendre l'excédent qui serait acquis pour base d'un nouveau subside qu'elles mettront à la disposition de l'Etat, en cas d'insuffisance du crédit fixé par la loi. »

Les objections que les Chambres de commerce ont élevées à l'encontre de leur participation dans la proportion fixe du quart, aux excédents de dépenses éventuels, n'ont plus de valeur dans la combinaison nouvelle. Si, en effet, les Chambres de commerce n'ont pas aujourd'hui la certitude de pouvoir fournir, dans dix ans, cette contribution du quart, elles savent au moins qu'elles pourront disposer des excédents de recettes qui seront assurés à cette époque.

D'ailleurs ces engagements, ainsi que la disposition proposée par la Commission des finances, ne sauraient modifier, en quoi que ce soit, le fonctionnement de la loi actuelle. Le crédit de 96 millions qu'elle affecte aux travaux projetés une fois consommé, la loi elle-même aura épuisé ses effets, et il faudra une loi nouvelle pour ouvrir les nouveaux crédits reconnus nécessaires et répartir à nouveau les excédents de dépenses.

Tous les arrangements étudiés dès à présent, en vue de cette loi hypothétique, n'intéressent donc point la loi dont nous nous occupons en ce moment. La Commission spéciale a donc jugé inutile de les y faire figurer, et elle a écarté de son projet aussi bien les engagements tout récemment consentis que l'amendement même de M. Cuvinot.

III. — Contre-projet de M. Teisserenc de Bort. — M. Teisserenc de Bort prend pour base de son contre-projet le programme de travaux proposé par le projet, présenté par le Gouvernement, pour l'amélioration de la basse Seine et du port du Havre. Mais, se préoccupant

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 8 page 192.

particulièrement de diminuer autant qu'il est possible, ou, tout au moins, de ne pas aggraver les charges considérables du budget, il voudrait qu'on pût exécuter ce programme de travaux sans demander à l'Etat de subvention, et il estime qu'il est possible de créer des ressources nouvelles, qui, non seulement permettraient aux ports de Rouen et du Havre de réaliser, sans le secours de l'Etat, les 96 millions qui leur sont nécessaires, mais qui donneraient aux travaux de nos ports en général une féconde et vigoureuse impulsion.

Pour la rédaction de son contre-projet, M. Teisserenc de Bort s'est inspiré des exemples que nous fournissent l'Angleterre au nord et l'Espagne au midi.

Prenons par exemple, dit-il, le port de Liverpool, qui joue dans une certaine mesure en Angleterre le rôle que le Havre remplit en France.

En 1887, le port de Liverpool a rémunéré (outre tous ses frais d'entretien) 150 millions employés à son outillage et à la construction des hangars et des magasins de ses docks, et 373 millions, employés à la construction de ses bassins et de ses quais.

Voici les revenus du port de Liverpool pour l'exercice 1886-1887 :

Location des magasins à des tiers, 3120 000 francs; manutention et location d'outillage, 2 millions; produit net des magasins du dock, 1230 000 francs; location des instruments de radoub, 820 000 francs, et enfin 23840 000 francs, c'est-à-dire près de 24 millions, qui sont obtenus par les droits de port.

Cette recette de 24 millions a été obtenue au moyen d'un droit de jauge sur les navires à l'entrée, et d'un droit sur la marchandise débarquée, variant d'après la valeur et le poids.

A Liverpool, le droit sur la marchandise varie de 61 centimes par 100 kilogr., à 5 centimes 2 dixièmes. Le droit de 61 centimes s'applique naturellement à toutes les marchandises qui ont une grande valeur, et le droit de 5 centimes aux marchandises encombrantes, comme les minerais et la houille. Quant au coton (on sait si l'importation de cette marchandise est importante à Liverpool et à Manchester), il paye à l'entrée 3 fr. 78 par tonne ou 37 centimes par 100 kilogr.

Prenons pour autre exemple le port de Glasgow, qui a beaucoup de rapport avec le port de Rouen, puisqu'il se trouve un peu enfoncé dans les terres sur la rivière de la Clyde. Ce port a été exécuté, comme celui de Liverpool, aux frais des intéressés. Une Commission a été formée, à Glasgow, composée de négociants, d'armateurs, de marins et de représentants de l'autorité locale. En se réunissant, ils se constituent en un Conseil qui administre le port, sans vouloir réaliser de bénéfices, de telle sorte que toutes les fois qu'il y a une augmentation dans les recettes, on en fait profiter le port.

Voici les divers éléments de la recette du port de Glasgow en 1887 :

Le droit de jauge sur les navires représente 1650 000 francs; le droit sur les marchandises a produit 4080 000 francs. Puis d'autres droits, tels que location de formes de radoub, location de grues, de magasins, d'instruments de pesage, ont produit ensemble 1470 000 francs.

En Espagne, l'exploitation des ports est également confiée à des commissions locales, et la rémunération des capitaux employés en améliorations et des dépenses annuelles d'entretien s'obtient par la perception d'un droit sur la tonne de marchandise débarquée.

A Barcelone, ce droit est de 2 fr. 50 par tonne pour la marchandise provenant de la navigation au long cours, et de 0 fr. 75 pour le cabotage.

Dans les ports de la Hollande et de l'Allemagne, les dépenses de construction et d'entretien des ports sont supportées par les villes, qui ne demandent, en général, aux droits de ports qu'une rémunération incomplète des capitaux engagés, et combinent les insuffisances par des impôts spéciaux perçus sur leurs habitants (taxes locales, impôt sur le revenu, etc.). La France est donc le seul grand pays qui mette à la charge du trésor public la presque intégralité des dépenses de construction et d'amélioration de ses ports.

La situation de nos finances ne permettant pas de continuer ce système de libéralités excessives, M. Teisserenc de Bort propose de modifier le décret-loi du 19 mai 1866, en ce sens que les droits de port, au lieu de porter exclusivement sur la tonne de jauge des navires, pourraient être établis, tout à la fois, sur la tonne de jauge par navire et sur les marchandises débarquées pour les besoins de la consommation.

Le projet relatif à l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine doit entraîner une dépense de 96 millions, dont l'intérêt à 4 % et l'amortissement en quarante-six ans exigent une annuité de 4 millions 800 000 francs.

Cette somme pourrait être obtenue en portant le droit de jauge à 1 fr. 62 par tonne (le décret du 19 mai 1866 permet de le porter à 2 fr. 50), puisqu'en 1888, pour la grande navigation, le tonnage de jauge des navires au Havre a été de 2 125 761 tonnes, et à Rouen de 832 675 tonnes, soit ensemble 2 958 436 tonnes, qui, multipliées par 1 fr. 62, donnent 4 800 000 francs.

Mais les intéressés, craignant qu'une taxation si élevée n'éloigne de leurs ports les marchandises de transit et d'entrepôt, ne croient pas prudent de faire payer au navire plus de 66 centimes par tonne de jauge en moyenne, ce qui ne permet de tirer de cette source que 2 millions.

Afin de parfaire la somme de 4 800 000 francs nécessaire pour gager un emprunt de 96 millions, M. Teisserenc de Bort propose d'appliquer à la marchandise débarquée pour la consommation intérieure un droit de 1 fr. 16 par tonne et un droit de 1 fr. 75 par tête sur les voyageurs allant à l'étranger ou en revenant.

Le tonnage des marchandises débarquées dans ces conditions a été, en 1888, de 2 417 360 tonnes de 1 000 kilogr., et le nombre des voyageurs (émigrants non compris), de 50 000.

Les droits de 1 fr. 16 et de 1 fr. 75 appliqués à ces quantités donnent les 2 800 000 francs nécessaires pour compléter le produit des droits de jauge et arriver au chiffre de 4 800 000 francs.

Les adversaires de ce contre-projet ont d'abord déclaré que le système de taxes proposé par M. Teisserenc de Bort était absolument contraire aux errements adoptés en France.

C'est inexact : il y a eu dans notre pays des précédents. On peut en citer des exemples :

L'année dernière, les Chambres ont voté un projet relatif au port de Cette dans lequel il était dit : Il sera perçu, dans le port de Cette, sur toutes les marchandises entrant ou sortant par mer, une taxe de 10 centimes par tonne sur les marchandises et 10 centimes par tête sur les animaux vivants, abattus, etc.

Il y a plusieurs années, quand on a voulu achever les travaux des ports de Calais, de Boulogne et de Dieppe, on a établi un droit sur les voyageurs embarqués ou débarqués. Enfin, il y a trois ans, dans un projet relatif au port de Bordeaux, il avait été stipulé que la ville de Bordeaux donnait une somme égale au montant total des travaux qu'on allait exécuter, et que, dans aucune espèce de cas, l'Etat ne pourrait être appelé à participer à la dépense.

Ce n'est donc pas la première fois qu'un port prendrait à sa charge l'intégralité de la dépense de travaux déterminés qui doivent le transformer.

La seconde objection faite au contre-projet de M. Teisserenc de Bort est celle-ci : Vous allez imposer aux ports de Rouen et du Havre une situation différente de celle des ports qui les environnent et en réalité une situation inférieure et défavorable.

Quel sera le résultat des travaux projetés ? répond M. Teisserenc de Bort. — D'après le rapport même de M. Krantz, ils procureront une économie considérable aux différentes marchandises qui viendront accéder aux ports du Havre et de Rouen.

Lorsqu'on va exonérer les marchandises qui arriveront dans ces ports d'une partie importante des frais qu'elles supportent, n'est-on pas en droit de leur demander une petite part des bénéfices qu'elles vont réaliser ?

Est-ce que quand un industriel change son outillage, il se place dans des conditions d'infériorité vis-à-vis de ses voisins et de ses rivaux qui ont conservé leurs vieilles machines et n'ont pas fait les frais qu'il a supportés ?

C'est absolument le contraire qui se produit. Il en sera de même pour les ports du Havre et de Rouen.

A l'instar de ce qui se pratique en Angleterre, M. Teisserenc de Bort ne propose pas d'établir une taxe uniforme, mais il gradue, il échelonne les taxes proportionnellement à la valeur des marchandises.

« On pourrait, par exemple, dit-il, créer trois catégories :

Dans la première, comprenant les marchandises valant plus de 900 francs la tonne, la taxe serait de 2 fr. 25 par tonne;

Dans la troisième, comprenant le coton, la laine en masse et les houilles, la taxe serait de 0 fr. 50 par tonne;

La deuxième engloberait tout ce qui n'est pas compris dans la première et la troisième catégorie, et la taxe s'élèverait à 1 fr. 40 par tonne. »

En appliquant ces taxes au tonnage des marchandises débarquées en 1888, on obtient les résultats suivants :

1 ^{re} catégorie	123.265 tonnes à 2 fr. 25 =	308.163 francs.
2 ^e —	1.249.095 — 1 fr. 40 =	1.748.733 —
3 ^e —	845.000 — 0 fr. 50 =	422.500 —
Marchandises non classées.	300.000 — 1 fr. » =	300.000 —
Voyageurs	à 1 fr. 75 =	87.000 —
		<u>2.866.395 francs.</u>

Ce ne sont point, à coup sûr, des taxes aussi réduites et aussi faibles, par rapport au prix des marchandises taxées, qui pourraient, comme on l'a prétendu à tort, faire baisser la consommation intérieure.

Il importe d'ailleurs de remarquer combien est réduite la fraction des marchandises qui constituent le commerce du Havre et de Rouen atteintes par la proposition de M. Teisserenc de Bort.

Il exempté en effet les marchandises en transit et les marchandises destinées à l'entrepôt. Il ne touche pas à l'exportation, représentée par 918 millions. Enfin, les marchandises de la troisième catégorie, dans laquelle il place les matières premières et qu'il frappe d'un droit très léger, entrent en ligne de compte pour 210 millions.

Si l'on fait le total de la valeur des produits qui ne sont pas atteints par cette proposition, on trouve un total de 1 490 millions. Or, le commerce total du Havre s'élève à 1 745 millions. La différence n'atteint pas 300 millions. C'est donc environ un sixième seulement du commerce de cette place qui est atteint. En présence de ces chiffres, peut-on soutenir que ces taxes causeront au commerce du Havre un grave préjudice ?

Les armateurs préféreront d'ailleurs toujours un port où l'on paie des droits plus nombreux, plus importants, mais bien outillé, bien aménagé, à un port où il n'y a que peu de droits à payer, mais où l'on perd du temps à cause de l'insuffisance de l'outillage.

Quand un éleveur veut vendre son bétail, va-t-il le conduire sur un petit marché où il n'y a pas de droit de place à payer ? Non, il le conduit à Paris, à La Villette. Il sait qu'il y paiera des droits considérables ; mais il n'hésite pas un instant, à cause des grands avantages que lui procure l'installation de ce grand marché.

On a dit encore que les droits proposés par M. Teisserenc de Bort auraient pour résultat de détourner sur Anvers, Hambourg, Rotterdam, une partie des marchandises qui vont aujourd'hui au Havre ou à Rouen.

C'est là une crainte vaine, car il existe une loi, appelée la loi des surtaxes d'entrepôt, qui est ainsi conçue :

« Toute marchandise d'origine extra-européenne qui n'arrive pas en ligne directe des pays de production dans un port de France, est soumise à une surtaxe de 35 francs par tonne. »

Ce n'est pas pour éviter les droits si faibles de 2 fr. 25, de 1 fr. 40, de 0 fr. 50, suivant les marchandises débarquées, qu'un navire ira à Anvers au lieu d'entrer au Havre, étant donné que la distance d'Anvers à Paris est supérieure de 127 kilomètres à la distance du Havre à Paris, et que la cargaison aurait ainsi à payer, outre la surtaxe d'entrepôt, un plus long transport par voie ferrée.

Enfin on a reproché à M. Teisserenc de Bort de vouloir bouleverser le régime des ports en France, en donnant aux Chambres de commerce une autonomie complète et en déposant l'Etat de la gestion de nos ports.

L'honorable sénateur a protesté contre les projets qu'on lui prêtait, et il s'est expliqué très franchement sur l'organisation qui lui paraissait la plus convenable pour nos ports :

Je suis d'avis, a-t-il dit, qu'il serait utile de donner aux Chambres de commerce ou à une Commission constituée *ad hoc* dans chaque grand port une part d'action plus grande que celle dont elles jouissent ; car enfin, aujourd'hui, quel est le rôle qu'elles remplissent ? Elles remplissent une sorte de rôle de fidéjusseurs.

L'Etat a besoin d'argent ; il ne veut pas l'emprunter directement : il recourt à l'intermédiaire des Chambres de commerce, qui empruntent à un établissement de crédit plus cher que l'Etat n'eût emprunté lui-même ; elles masquent, dans une certaine mesure, les emprunts destinés aux travaux publics, mais elles n'ont aucune part utile dans la surveillance, dans l'exploitation de tous les jours.

Par conséquent, je ne peux pas être satisfait du rôle donné aux Chambres de commerce ; je voudrais qu'on utilisât un peu leur initiative, leur expérience, leur présence sur les lieux, en leur permettant, lorsqu'elles aperçoivent qu'il y a quelques déficiences dans l'entretien d'un port, d'y remédier sans délai, tandis qu'aujourd'hui, pour le plus petit travail, il faut recourir à l'Ingénieur, demander des fonds à Paris, quelquefois même s'adresser au Parlement si la somme est un peu considérable.

Un des principaux avantages du contre-projet de M. Teisserenc de Bort, qui met les dépenses de l'amélioration des ports à la charge des intéressés, serait précisément d'engager ceux-ci à tirer le meilleur parti possible des travaux déjà exécutés, avant d'en entreprendre de nouveaux, et ce résultat serait facilement obtenu si les Chambres de commerce avaient plus de liberté d'action pour l'entretien journalier des ports.

Il est certain qu'en ce moment on utilise mal les bassins qu'on a, et qu'au lieu de s'appliquer à bien entretenir, à bien aménager les bassins déjà creusés, on ne vise qu'à créer de nouveaux bassins dont la nécessité pressante n'est point démontrée.

Si l'on veut avoir une idée de ce que l'initiative privée peut tirer d'un port bien outillé, il suffit de voir ce qui se passe à Marseille. Là, une Société privée a creusé et aménagé deux bassins qui ont une surface de 15 hectares. A côté de ces deux bassins, il y a une suite de grands et magnifiques bassins construits par l'Etat et qui couvrent une superficie de 115 hectares.

La Société privée, dite Société des Docks, est obligée de rémunérer un capital de 54 millions et d'avoir des tarifs suffisamment élevés pour obtenir un produit net de 2 millions. L'usage des bassins créés par l'Etat est, au contraire, gratuit, et, cependant, sur un tonnage d'entrée à Marseille qui s'est élevé, en 1888, pour la grande navigation à 2 466 808 tonnes, 1 343 354 tonnes sont allées à la Société des Docks et ont trouvé avantage à préférer des bassins restreints, bien aménagés, bien outillés, mais où tous les services se paient, aux vastes bassins de l'Etat, abandonnés gratuitement à la navigation.

Comme on peut en juger par ce résumé, c'est évidemment sur le contre-projet de M. Teisserenc de Bort que va se livrer, au Sénat, la plus grosse bataille.

G. LATOUCHE.

CONGRÈS

CONGRÈS COLONIAL

tenu à Paris, au mois de décembre 1889.

(Suite et fin¹.)

TROISIÈME SECTION. — Colonies d'Amérique. — La troisième section a continué l'examen des modifications qu'entraînerait, dans les services de l'administration, l'assimilation absolue à la Métropole de la Martinique et de la Guadeloupe, c'est-à-dire, leur transformation en départements français, et s'est prononcée de nouveau en faveur de cette transformation.

QUATRIÈME SECTION. — Côte occidentale d'Afrique. — La quatrième section a examiné et discuté les mesures de politique et d'organisation générale intéressant nos établissements de la côte occidentale d'Afrique, celles de nature à en favoriser la colonisation et à y développer le rendement de leurs produits, celles relatives aux travaux d'utilité générale, à la création ou à l'amélioration des voies de communication, à l'agriculture et à la pêche. Entre autres vœux, elle a émis les suivants :

Que le gouvernement étudie le système des concessions ou privilèges à donner à des particuliers ou à des Sociétés privées, pour l'exploitation des richesses naturelles des colonies soumises à notre influence, en se réservant le droit de leur demander plus tard leur participation aux travaux reconnus d'utilité générale ;

Que l'administration remette aux Chambres de commerce de la métropole la liste des produits d'exportation du Soudan français, en les classant en trois catégories :

1° Les produits immédiatement exploitables en raison de l'état actuel des moyens de communication ;

2° Les produits qui seront exploitables dès que les moyens de transport le permettront ;

3° Les produits d'avenir et d'acclimatement ;

Que les indigènes soient encouragés à faire l'élevage ;

Qu'ils soient encouragés également à exploiter les lianes, le caoutchouc, la gutta-percha.

Que l'on tente, dans les rivières du Sud, l'introduction du papillon producteur de gomme-laque qui vit dans les régions du royaume de Siam ;

Que le gouvernement se préoccupe d'une façon toute spéciale de la culture du tabac et de la création d'une manufacture qui aurait pour effet de pouvoir employer plusieurs centaines de femmes indigènes ;

Que le café et les autres produits de nos établissements de la côte occidentale d'Afrique qui n'ont pas de similaires en France y soient admis en franchise pendant dix ans, afin d'encourager les efforts de nos colons ;

Que des Ingénieurs soient envoyés de suite pour donner suite au projet d'amélioration de la barre du Sénégal, et du fleuve lui-même entre Saint-Louis et Kayes ;

Que la défense du port de Dakar soit complétée par l'armement immédiat du fort actuel et par la construction immédiate aussi d'un second fort sur le cap Manuel, ou mieux sur l'île de la Madeleine ; que les quais de ce port reçoivent un développement qui permette aux bâtiments de commerce de faire leurs opérations bord à quai par un fond de 6 mètres, et aux dépôts de charbon et autres entrepôts commerciaux de remplacer les terrains qui leur ont été enlevés par la gare du chemin de fer ;

Qu'un chemin de fer de pénétration ayant pour but de relier le Fouta-Djalon à la côte soit étudié le plus tôt possible ;

Qu'une ligne mensuelle de petits paquebots à vapeur de 200 à 300 tonneaux soit créée entre Paris, Rouen, le Havre, Lisbonne, Mogador, la baie du Repos (cap Blanc), Dakar, la Cazamance, Boulam, les rivières du Sud et Sierra-Leone ;

Qu'un établissement soit créé à Arguin et la baie du Levrier, et qu'à l'exemple de ce qui a lieu pour Terre-Neuve, des primes d'armement soient données aux navires français allant faire la pêche au banc d'Arguin.

CINQUIÈME SECTION. — Colonies et protectorats de la mer des Indes. — La quatrième section a continué l'examen des mesures propres à favoriser notre expansion à Madagascar.

Etudiant ensuite les questions relatives à notre colonie d'Obock, elle a émis le vœu que le gouvernement prenne les mesures nécessaires pour développer la route commerciale de Djiboutel-Obock au Harrar.

SIXIÈME SECTION. — Indo-Chine (1). — Cette section s'est occupée longuement du régime douanier à appliquer aux pays de l'Indo-Chine. Après avoir joui de la liberté de commerce depuis l'établissement de la domination française en 1861 jusqu'en septembre 1887, la Cochinchine a été soumise alors au tarif général français, qui, au commencement de l'année courante, a été modifié pour les articles de production asiatique. Le même tarif général a été appliqué au Tonkin, en Annam et au Cambodge. En Cochinchine, les affaires étaient très prospères au moment où commençait l'application du tarif ; aujourd'hui, une crise des plus graves pèse sur le pays. Au Tonkin, les transactions avec l'intérieur et avec la province chinoise de Yunnan, commencent à s'établir et même à se développer ; elles ont été arrêtées. Plusieurs des membres de la section attribuent cette fâcheuse situation à la suppression de la liberté commerciale et à l'application de tarifs douaniers beaucoup trop élevés ; ils demandent la suppression de ces tarifs et le retour au régime de la liberté.

Le président de la section, M. Lemyre de Villers, qui a été pendant plusieurs années gouverneur de la Cochinchine, fait observer que l'application de ces tarifs n'a pas été la seule cause de cette situation, à laquelle a aussi largement contribué une très mauvaise récolte de riz, alors que dans les pays voisins, qui achètent ce produit à la Cochinchine, son prix restait très bas par suite de récoltes abondantes. Il fait observer également que la métropole, qui s'impose de lourds sacrifices d'hommes et d'argent pour les colonies, a bien le droit d'exiger en retour que les produits de ses industries nationales y jouissent d'une protection suffisante pour y lutter avec avantage contre les produits similaires des industries étrangères.

L'un des membres de la section émet l'avis qu'un mode de protection des plus efficaces serait pour l'Etat de subventionner une ligne de grands Cargo-boats à vapeur entre les ports de France et ceux de l'Indo-Chine ; ces navires pourraient transporter les marchandises françaises aux mêmes conditions de fret que celles dont jouissent les marchandises anglaises, belges et allemandes entre leurs pays de production et les ports de Hong-Kong et Singapoor ; seules les marchandises riches peuvent supporter les frets très élevés demandés par la Compagnie des Messageries maritimes malgré sa subvention, frais justifiés cependant par la raison que les paquebots à grande vitesse doivent partir et arriver à jour fixe.

La section, s'associant aux demandes déjà faites par la Chambre de commerce de Saigon, a émis le vœu suivant :

Que le régime douanier inauguré en Indo-Chine par le décret du 8 septembre 1887, modifié par celui du 9 mai 1889, soit aboli dans le plus bref délai, et que la liberté de commerce de l'Indo-Chine soit rétablie.

Qu'en attendant, le tarif général soit remplacé par un tarif spécial dont les droits ne dépassent pas 10 %, droits dont seront exonérées les marchandises françaises à déterminer.

Que les articles transitant à travers l'Indo-Chine soient absolument exonérés de tous droits ;

Que les formalités douanières soient rendues aussi simples que possible.

Dans sa dernière séance, la section a étudié les voies de communication qui pourraient relier, dans l'intérieur du pays, les différentes parties de l'Indo-Chine, et par lesquelles pourraient s'effectuer entre elles des transports de troupes, de matériel, de charbon, de marchan-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 8, p. 193, et n° 12, p. 273.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 8, p. 193.

dises de toutes sortes, sans emprunter la voie de mer, ce qui serait d'une importance capitale pour la défense de nos établissements en cas de guerre si la mer de Chine n'était pas libre.

Il ne paraît pas impossible que le Mékong puisse être amélioré et rendu praticable à la navigation fluviale sur une grande partie de son cours ; il est possible aussi que la chaîne de montagnes qui sépare sa vallée du versant de la mer de Chine présente des cols peu élevés par lesquels on pourrait, sans grandes difficultés, faire passer des canaux ou des chemins de fer reliant des affluents de sa rive gauche à quelques-unes des rivières du nord de l'Annam ou du Tonkin. Le Mékong pourrait ainsi être susceptible, non seulement de devenir la grande artère d'un réseau de voies de transports intérieurs entre les quatre parties de l'Indo-Chine, mais aussi de détourner au profit de nos établissements de Cochinchine, en les ramenant à sa voie naturelle, les commerces du Laos, du Haut-Laos et des pays shans, commerces considérables, et qui se font aujourd'hui par Onbone, Korat et Bang-Kok.

La section a adopté les vœux suivants :

Que les pouvoirs publics encouragent efficacement toutes les entreprises privées qui auraient pour but l'étude, l'amélioration et la création des voies de communication et de transport dans l'Indo-Chine.

Que le gouvernement fasse tous ses efforts pour asseoir d'une façon indiscutable la domination de la France sur les deux rives du Mékong.

Que le gouvernement favorise par tous les moyens possibles l'expansion commerciale dans le Laos.

Qu'il établisse dans les centres les plus importants du Laos, des agents ayant pour mission spéciale de faire comprendre aux indigènes les avantages qu'ils peuvent retirer du commerce avec la France, et d'asseoir parmi eux l'influence française.

Au cours de l'une des séances, l'un des membres de la section, M. Tannay, lui a fait une intéressante communication au sujet d'un rapport rédigé, il y a quelques années seulement, par ordre du Vice-Roi du Yunnan pour le gouvernement chinois, sur toutes les mines métalliques de cette province. Cet ouvrage indiquant les voies que suivent les produits des mines pour se rendre sur les marchés où ils sont vendus, et étant accompagné de cartes, il sera possible de se rendre un compte assez exact du trafic que les mines du Yunnan pourront fournir à la navigation fluviale du fleuve Rouge.

SEPTIÈME SECTION. — Établissements de l'Océan. — La septième section a continué l'étude des questions intéressant l'île de Tahiti et les îles voisines.

Au sujet de la main-d'œuvre, qui manque à l'agriculture pour assurer son développement, elle est d'avis qu'il y aurait lieu de rechercher les ouvriers nécessaires aux travaux agricoles dans le trop-plein de la population du Tonkin.

S'occupant ensuite de la pêche des huîtres nacrées, la section a émis le vœu suivant :

Le Gouvernement doit réglementer sans retard les conditions de la pêche de la nacre dans les établissements français de l'Océanie.

En ce qui concerne la Nouvelle-Calédonie, elle a demandé que l'introduction de travailleurs Cafres et Tonkinois en Nouvelle-Calédonie soit autorisée par le Gouvernement, puis elle a émis les vœux suivants :

Que les cafés de la Nouvelle-Calédonie soient dégrevés à leur entrée en France du droit énorme de 1 fr. 56 par kilogramme qui pèse sur les cafés ;

Que la monnaie de cuivre soit remplacée, en France, par la monnaie de nickel ;

Que les recherches à faire dans les gisements bouilliers de la Nouvelle-Calédonie soient poussées avec la plus grande activité ;

Que la colonie soit dotée le plus rapidement possible des travaux nécessaires à son développement, tels que quais, bassins de radoub, chemins de fer, routes, fortifications, phares, etc.

La section a terminé ses séances par d'intéressantes discussions sur les graves et difficiles questions que soulèvent la transportation en Nouvelle-Calédonie des forçats et des récidivistes, et l'utilisation de la main-d'œuvre pénale. Les vœux suivants ont été émis :

Que les condamnés soient assujettis aux travaux les plus pénibles de colonisation ou d'utilité publique ;

Que les condamnés qui refuseront d'exécuter les travaux qui leur seront prescrits soient soumis à l'emprisonnement cellulaire pendant le temps que l'administration jugera nécessaire ;

Que les condamnés qui se rendront coupables de nouveaux crimes subissent leurs peines en cellule avec travail obligé pendant une durée qui pourra être portée à dix années.

Que la main-d'œuvre pénale soit mise gratuitement à la disposition du service local et des municipalités pour les travaux d'utilité publique ;

Que l'œuvre de la transportation entreprise par la métropole ne pouvant donner les résultats cherchés qu'à la condition de pouvoir s'appuyer sur une colonisation libre, nombreuse et forte, tous les efforts possibles soient faits par les pouvoirs publics pour créer un mouvement d'émigration de colons libres vers la Nouvelle-Calédonie.

C.

INFORMATIONS

Expositions d'Edimbourg et de Kingston.

Une Exposition internationale doit s'ouvrir à Edimbourg (Royaume-Uni de la Grande-Bretagne), dans le courant de l'année 1890.

Cette Exposition comprendra deux divisions : l'une spéciale aux appareils et inventions électriques, l'autre ouverte à toutes les industries.

D'autre part, d'après les renseignements parvenus au Ministère du

Commerce, de l'Industrie et des Colonies, une Exposition internationale doit s'ouvrir à Kingston (Jamaïque), le 27 janvier 1891.

Les demandes d'admission seront faites d'après les formules spéciales imprimées à cet effet, et devront parvenir au secrétariat général de l'Exposition avant le 1^{er} mai 1890. Les objets exposés seront reçus du 1^{er} septembre au 1^{er} décembre de la même année.

Les exposants n'auront aucun loyer à payer pour l'emplacement occupé par les objets qui ne doivent pas être vendus pendant l'Exposition. Les emplacements concédés qui n'auraient pas été occupés au 1^{er} décembre 1890 pourront être retirés.

Pour ces deux Expositions, on peut prendre ou demander des renseignements complémentaires au Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies (direction du personnel et de l'enseignement technique, bureau du personnel, du secrétariat et de l'enseignement technique commercial), 80, rue de Varenne.

Le commerce de la France pendant l'année 1889.

L'imprimerie nationale vient de mettre sous presse le volume des documents statistiques publiés par l'administration des douanes sur le commerce de la France pendant l'année 1889.

Les importations se sont élevées, du 1^{er} janvier au 31 décembre 1889, à 4 175 015 000 francs, et les exportations à 3 608 582 000 francs.

Ces chiffres se décomposent comme suit :

Importations,	1889.	1888.
Objets d'alimentation	1.407.279.000	1.483.819.000
Matières nécessaires à l'industrie	2.060.185.000	1.959.526.000
Objets fabriqués	574.905.000	539.659.000
Autres marchandises	132.646.000	119.004.000
Total	4.175.015.000	4.107.008.000
Exportations.		
Objets d'alimentation	816.758.000	709.465.000
Matières nécessaires à l'industrie	784.927.000	699.594.000
Objets fabriqués	1.793.522.000	1.637.878.000
Autres marchandises	213.375.000	199.812.000
Total	3.608.582.000	3.246.749.000

Recherche des matières colorantes dans le beurre.

Quand on agite une certaine quantité de beurre dans l'alcool, si, après avoir laissé reposer pendant deux ou trois minutes, on décante l'alcool, et si on le fait évaporer au-dessus d'une lampe à esprit-de-vin, on voit que le beurre pur ne cède rien à l'alcool.

Si le beurre est coloré avec du *rocou*, il se forme au fond du vase un résidu rouge-brun, qui devient bleu par l'addition d'acide sulfurique.

Le *curcuma* donne un résidu rose foncé, qui devient simplement brun par l'addition d'acide chlorhydrique, et qui prend une teinte brun intense avec une addition de potasse ou de soude.

Le *safran* donne un précipité orangé avec le sous-acétate de plomb.

La *carotte* devient verte avec les alcalis.

Les dérivés des produits nitrés ou amidés se reconnaissent à leurs réactions chimiques usuelles.

Perfectionnements dans la fabrication de la soude à l'ammoniaque.

MM. Claus, Sulmann et Berry ont fait récemment breveter un nouveau procédé de fabrication de la soude à l'ammoniaque qui paraît intéressant et dont voici le principe :

On prépare du carbonate de soude en faisant agir sur le chlorure de sodium solide un grand excès de liqueur saturée de sesquicarbonate ou de bicarbonate d'ammoniaque, en présence d'acide carbonique sous pression. Le bicarbonate formé est lavé par de nouvelles quantités de la même liqueur et débarrassé ainsi du chlorure de sodium. Les liqueurs employées à ce lavage agissent à leur tour sur du chlorure de sodium solide. Toutes ces opérations s'effectuent simultanément et méthodiquement dans une batterie de récipients chargés de sel marin.

On sépare le sel de soude du bicarbonate d'ammoniaque par distillation dans des appareils permettant de recueillir les sels ammoniacaux et l'acide carbonique qui se dégagent.

On emploie pour cette fabrication une série de récipients chargés avec du sel marin solide, la liqueur de carbonate ammoniacal circulant du premier au second, du second au troisième, et ainsi de suite.

La différence entre ce procédé et celui de Solvay consiste essentiellement dans l'emploi de sel solide au lieu d'eaux chargées de sel marin. La décomposition ne s'opère pas dans un appareil (colonne Solvay), mais dans une batterie de récipients dont chacun, à son tour, devient tête de file et reçoit la liqueur fraîche de carbonate d'ammoniaque.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LA MAISON COIGNET

Groupe VI. — Classe 63.

C'est en 1852, que M. François Coignet, l'un des gérants de la Société Coignet père et fils et C^o, qui possédait à Lyon deux usines pour la fabrication des produits chimiques, commença ses recherches sur la fabrication des bétons agglomérés. Venu à Paris pour construire l'importante usine que cette Société possède à Saint-Denis, pour la fabrication des colles gélatines et du phosphore, il fut conduit à rechercher un mode économique dans l'art de construire.

Il commença par l'emploi du pisé, tel qu'il avait fait déjà à Lyon; mais bientôt, par suite de la pénurie de mâchefer, il chercha à lui substituer le sable. En même temps, il commença l'emploi des procédés mécaniques qui donnent à ce procédé de construction sa réelle valeur.

Après la construction de l'usine et de la maison d'habitation qui en

n'est pas fluide. Sous cette action énergique, chaque grain de sable s'enveloppe d'une pellicule de matière agglomérante.

Quand la chaux et le ciment font prise, soit par la cristallisation des différents sels de chaux, soit par la précipitation de la silice soluble, comme le croit M. Merceron-Vicat, tous les grains sont énergiquement réunis les uns aux autres pour former une maçonnerie compacte et homogène. Ce résultat est grandement facilité par la dernière opération, qui a fait donner le nom d'*aggloméré* et qui est le rapprochement physique des molécules de la pâte solide obtenue soit par les chocs répétés de pilons mus à bras d'homme, soit par l'action de presses hydrauliques puissantes.

On voit donc, par cet exposé, que les conditions judicieuses pour l'emploi de la chaux et du ciment mélangés au sable sont observées :

Quantité d'eau strictement nécessaire ;

Malaxage énergique assurant l'égale répartition de la matière agglomérante et le contact intime avec les grains de sable ;

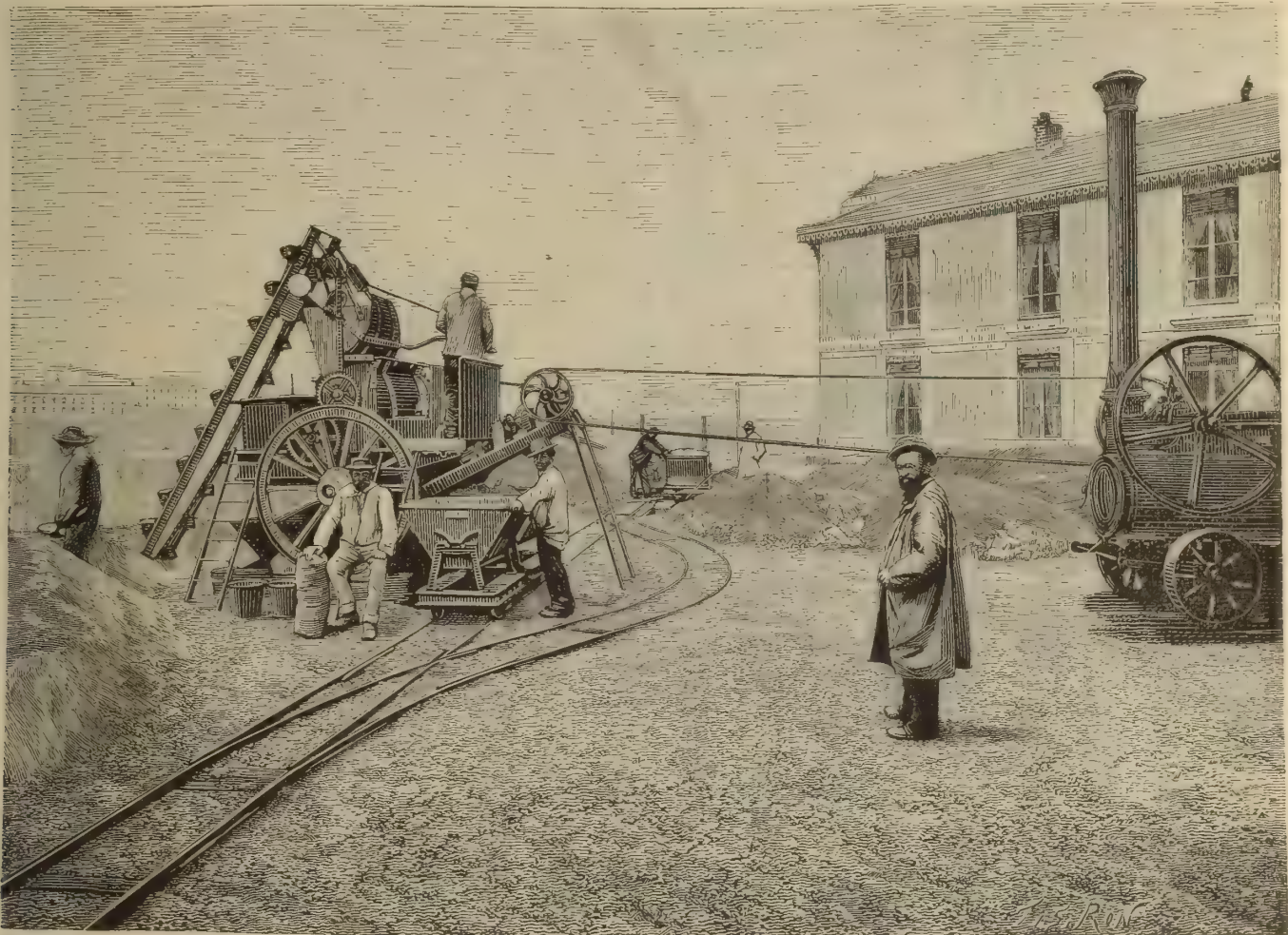


Fig. 1. — Vue d'un mélangeur-malaxeur Edmond Coignet en chantier au Champ de Mars.

dépend, il se rendit compte que ce procédé nouveau de construction pouvait apporter une économie considérable dans bien des cas.

Il fonda alors, avec ses frères, Louis et Stéphan Coignet, la Société des frères Coignet, qui plus tard devint la Société centrale des Bétons agglomérés, système Coignet.

En 1875, cette Société entra en liquidation ; M. François Coignet, son concessionnaire, reprit, peu après, pour son propre compte, les affaires de cette Société. Il s'associa son fils Edmond Coignet, et c'est ce dernier qui, depuis la mort de son père, dirige les affaires de sa maison.

L'importance des travaux de M. François Coignet a été considérable, car c'est à lui en grande partie qu'est due l'impulsion donnée aux travaux de ciment et à la fabrication des chaux et des ciments.

On sait en quoi consiste ce mode de construire.

Malgré le nom de bétons agglomérés, il ne comporte pas l'emploi de cailloux. La maçonnerie est faite exclusivement avec du sable mélangé à une certaine proportion de chaux, additionnée ou non de ciment de Portland, spécialement quand on n'emploie pas des chaux éminemment hydrauliques, comme celle du Teil, par exemple. Le dosage est variable suivant les qualités des matériaux employés et la dureté à obtenir.

La préparation de la pâte réalise les conditions les meilleures pour l'emploi de la chaux et du ciment. La quantité d'eau ajoutée est minime. Le mélange, légèrement humide, est énergiquement trituré, malaxé dans des appareils spéciaux, ce qui peut avoir lieu parce qu'il

Rapprochement de toutes les molécules par des chocs répétés ou par une compression puissante.

La qualité d'une maçonnerie de béton Coignet dépend donc, en principe, de deux choses :

- 1^o Des matériaux employés ;
- 2^o De leur mise en œuvre.

Matériaux employés. — Plus les matériaux employés seront de qualité supérieure, meilleure évidemment sera la maçonnerie de béton aggloméré. Mais il est à remarquer que, même avec des matériaux médiocres ou mauvais, on obtient, par suite de la mise en œuvre spéciale qui leur est appliquée, des résultats remarquables. Ainsi, l'emploi du sable de Fontainebleau donne une maçonnerie d'une homogénéité et d'une résistance très grandes (principale application : l'aqueduc de la Vanne, forêt de Fontainebleau). Il en est de même pour le sable de mer qui a servi à la construction du phare de Port-Saïd.

Le sable le meilleur est le même que pour la maçonnerie ordinaire : propre, les grains d'une grosseur assez régulière, pas arrondis, mais anguleux et à arêtes vives.

De même avec des chaux et des ciments de qualité médiocre, on obtient, par cette mise en œuvre spéciale, des résultats bien meilleurs que dans la maçonnerie ordinaire ; mais, s'ils sont de bonne qualité, la maçonnerie acquiert des propriétés incomparables.

Dosage. — Le dosage varie suivant les matériaux employés et suivant le but à atteindre.

Voici quel est celui adopté pour les travaux publics, égouts, murs de soutènement, réservoirs, etc. :

Sable de rivière ou de plaine.	1 mètre cube.
Chaux du bassin de Paris.	125 kilogr.
Ciment à prise lente.	50 —

Ou bien :

Sable de rivière ou de plaine.	1 mètre cube.
Chaux éminemment hydraulique (Teil, Virieu-le-Grand, etc.).	175 kilogr.

Avec du sable de Fontainebleau le dosage est :

Sable de Fontainebleau.	1 mètre cube.
Chaux du bassin de Paris.	150 kilogr.
Ciment à prise lente.	60 —

Ou bien :

Sable de Fontainebleau ou analogue.	1 mètre cube.
Chaux éminemment hydraulique (Teil, Paviers, Virieu-le-Grand, Seilley, etc.).	210 kilogr.

Le dosage se fait, comme on le voit, au volume pour le sable, au poids pour la chaux et pour le ciment.

Pour la fabrication des pierres artificielles, le mélange est très variable, et peut monter jusqu'à 400 kilogr. de chaux et 400 kilogr. de ciment pour 1 mètre cube de sable.

Malaxage. — Le malaxage mécanique est l'opération la plus importante, car non seulement elle doit assurer le mélange des matières, mais encore, par la friction énergique qu'il opère, il assure l'adhésion de la matière inerte de sable à la matière agglomérante, chaux et ciment.

Les premiers malaxeurs employés étaient les malaxeurs verticaux à palette, transformés pour éviter l'inconvénient de ces malaxeurs.

Un perfectionnement considérable fut apporté par M. Franchot, Ingénieur chez M. Coignet, par l'invention de son malaxeur à hélices, dans lequel les matières sont malaxées *per ascensum*, ce qui assure un bon malaxage dès le début de l'opération.

Ces deux espèces d'appareils, sont des appareils continus; aujourd'hui, les appareils dont se sert la maison Coignet sont beaucoup plus perfectionnés, et répondent à deux buts différents.

Pour la fabrication des pierres artificielles, il faut en même temps, pour desservir l'atelier, plusieurs mélanges différents. MM. Coignet ont donc adopté et fait breveter, pour leurs usines, des malaxeurs à meules verticales cannelées qui ne sont pas à marche continue, et mélangent, en les malaxant, des opérations de 200 litres de sable, avec une quantité correspondante de chaux et de ciment.

Au contraire, pour les travaux publics, M. Edmond Coignet a fait construire un appareil continu basé sur le fractionnement des opérations dans les conditions suivantes :

1° Mélange mécanique, à sec et par fractions séparées (200 litres), du sable avec la chaux et le ciment ;

2° Distribution continue de ces mélanges fractionnés au malaxeur ;
3° Mouillage ;
4° Malaxage.

L'appareil qui réalise ces conditions s'applique également bien à la préparation des mortiers, qui est souvent trop négligée dans les travaux.

M. Edmond Coignet avait exposé, dans la galerie des Machines, à la classe 63, un appareil breveté réalisant les conditions ci-dessus, qu'il avait complété par l'adjonction d'un autre cylindre en vue de la préparation mécanique du béton de cailloux. Chacun de ces appareils peut préparer les matières voulues pour 80 mètres cubes de maçonnerie de béton par jour.

Agglomération. — La pâte ainsi préparée est versée en couches minces dans les moules destinés à la recevoir; un homme, ayant en main un pilon de forme voulue, frappe à coups répétés sur le mélange.

Sous l'action de ces chocs répétés, les grains de sable entourés de leurs pellicules agglomérantes, se serrent de telle sorte que la maçonnerie acquiert une densité qui va jusqu'à 2,2. L'expérience a montré

que l'action répétée du bras de l'homme donne une densité correspondante à celle obtenue par une pression mécanique de 90 à 100 kilogr. par centimètre carré.

Dans certains cas, comme pour les carrelages et les dalles, la compression est obtenue par l'emploi de presses hydrauliques.

Nous n'insisterons pas sur les avantages de la construction en bétons agglomérés; un des plus considérables, c'est qu'avec le béton Coignet on obtient une résistance à l'arrachement proportionnelle à la résistance à l'écrasement, ce qui permet, dans bien des cas, la construction d'ouvrages économiques, et donne, en même temps, un coefficient de sécurité considérable.

On connaît les ouvrages importants qui ont été exécutés par M. François Coignet :

Plus de 300 kilomètres d'égouts à Paris, Lyon, Bordeaux, Dieppe, Mulhouse, Odessa, etc.;

Près de 60 kilomètres de l'aqueduc d'amenée d'eau de la Vanne, dont cinq en arcades avec huit ponts de 30 à 40 mètres d'ouverture, la plus grande partie en sable de Fontainebleau ;

Le phare de Port-

Saïd, de 52 mètres d'élévation, en sable de dunes; l'église du Vésinet (fig. 2), un grand nombre de maisons de rapport et d'usines, des murs de soutènement (du Trocadéro et du cimetière de Passy (fig. 3), etc.

Dans ces dernières années, la maison Coignet s'est appliquée, d'une façon toute spéciale, à la fabrication des pierres artificielles, et l'usine importante qu'elle possède à Asnières lui a permis, en dehors de sa fabrication courante, de faire les fournitures considérables qui ont été nécessitées par l'Exposition de 1889 : les balustrades et les perrons qui entourent les Palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux, les entrées Rapp et Suffren, tous les perrons des Palais des colonies et des pays de protectorat, de l'hygiène, etc., et tous les travaux de la fontaine



FIG. 2. — Église du Vésinet, construite en bétons agglomérés, système Coignet.

monumentale, qui lui ont été demandés par son architecte, M. Formigé. Elle avait fourni également, en un temps très restreint, plus de 5000 mètres de tuyaux de gros diamètre pour toutes les canalisations des eaux pluviales.

La maison Coignet avait construit, en outre, un pavillon constituant un résumé des échantillons de tous les produits qu'elle fabrique. Ce pavillon était installé à côté de la fontaine monumentale, et c'est du premier étage que se faisait la manœuvre des fontaines lumineuses. Il était bâti en pierres de béton de couleur; ce sont les perfectionnements apportés au malaxage qui ont, en effet, permis la fabrication de pierres de toute couleur, obtenue par un choix judicieux de matières colorantes.

Cette fabrication nouvelle constitue donc une ressource considérable pour l'architecte, qui pourra l'utiliser dans bien des cas à la place des terres cuites vernissées ou même mélangées aux terres cuites.

L'application de ces procédés de malaxage et de trituration à la fabrication des carrelages dits en ciment comprimé a donné d'excellents résultats, les carreaux étant beaucoup plus solides que ceux fabriqués par la méthode ordinaire, de même que les couleurs sont beaucoup plus vives.

Le pavillon de la maison Coignet, à l'Exposition, montrait les pro-

Les carrelages ainsi fabriqués, et qui sont comprimés, présentent beaucoup plus de solidité que la mosaïque de marbre vénitienne, dont les morceaux se déchaussent assez facilement; de plus, on n'a pas à craindre de fentes, comme il s'en produit dans les mosaïques de marbre posées sur des planchers en fer.

On a, par les mêmes procédés de fabrication, des panneaux qui peuvent atteindre de très grandes dimensions, 3 mètres sur 2 mètres, et présentent une économie considérable sur les panneaux ordinaires de marbre.

La fabrication des tables et des guéridons pour les restaurants, par exemple, donne des produits nouveaux et amusants à l'œil. En fabriquant certaines parties de ces objets avec la mosaïque régulière à l'italienne, on obtient une nouvelle variété de mosaïque originale, la maison Coignet en fait actuellement application dans les dallages du musée des Beaux-Arts, à Lille, qui lui ont été confiés.

Entraînée dans cette voie nouvelle, cette maison a monté également un atelier pour l'exécution des mosaïques artistiques en or et en émaux; c'est sur les cartons de M. Moreau-Néret qu'elle avait exécuté les intérieurs de caissons, le grand panneau de mur, ainsi que les dessus de porte et fenêtre que l'on a pu remarquer à son pavillon à l'Exposition.



FIG. 3. — Mur de soutènement du cimetière de Passy, construit en bétons agglomérés, système Coignet.

duits d'une autre branche d'industrie, qu'elle a créée depuis quelques années, celle des mosaïques de marbres et d'émaux.

En dehors de l'exécution des dallages en mosaïque de marbre, des mosaïques vénitiennes ou romaines, elle a monté, dans son usine d'Asnières, un outillage spécial de polissoirs conjugués, lapidaires, scioteuses, perceuses, coupeuses, etc.

Cette fabrication se fait en mélangeant le marbre concassé au ciment pur, puis, au bout d'un certain temps, les objets ainsi fabriqués sont grésés et polis comme des objets en marbre ordinaire. En employant des marbres de couleurs différentes et en colorant de diverses façons les gangues, on obtient des dessins et des oppositions de tons d'un grand effet.

Les ors et les émaux nécessaires avaient été fabriqués spécialement par MM. Appert frères. Au moment où, dans l'architecture, on revient à l'emploi des mosaïques décoratives, les efforts de la maison Coignet pour franciser une industrie pour laquelle nous étions tributaires de maisons étrangères, ne seront pas sans résultat.

Récompenses obtenues à l'Exposition de 1889. — La maison Coignet était hors concours dans la classe 20 (mosaïques artistiques), à l'Exposition; elle a obtenu une médaille d'or et une médaille d'argent dans la classe 63. Son chef actuel, M. Edmond Coignet, qui continue les traditions de cette importante industrie française, a reçu la croix de chevalier de la Légion d'honneur.

FORIS.

LES FREINS CONTINUS PNEUMATIQUES à l'Exposition universelle de 1889.

Groupe VI. — Classe 61

(Suite 1.)

III. APPAREIL WENGER. — Le frein *Wenger* à action rapide n'est autre que la combinaison d'un appareil spécial, appelé *accélérateur*, avec le

frein ordinaire ayant subi lui-même quelques modifications importantes sur lesquelles nous devons appeler l'attention.

Le *cylindre-réservoir*, avec ses deux chambres séparées par le piston moteur, a été abandonné et remplacé par un réservoir auxiliaire et un cylindre à freins ordinaires, juxtaposés d'une façon analogue à celle décrite à propos de l'appareil *Westinghouse*.

Le distributeur a été également modifié, tout en conservant ses organes principaux, en vue de lui donner une plus grande modérabilité, qualité indispensable à tout appareil de freins à fonctionnement rapide.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 8, p. 216, n° 9, p. 230, et n° 10, p. 244.

Le piston P (fig. 4) à garniture de cuir embouti et le tiroir T subsistent, mais leur ensemble est soumis à l'action de deux ressorts R_1 et R_2 , le premier agissant constamment sur lui de bas en haut, le deuxième agissant de haut en bas par l'intermédiaire d'un guide g , et seulement pendant une portion de la course.

F communique avec le cylindre à freins, R avec le réservoir auxiliaire, CC avec la conduite générale, et E avec l'extérieur.

Fonctionnement. — Pendant la marche du train, l'air comprimé arrivant par CC passe autour du cuir embouti c , et se rend au réservoir auxiliaire. Le système P, T, est alors maintenu au haut de sa course par le ressort R_1 dont la tension est supérieure à celle du ressort R_2 , et le cylindre à freins communique par E avec l'extérieur.

Quand on produit une dépression dans la conduite générale pour serrer les freins, le piston P s'abaisse en comprimant le ressort R_1 ; l'orifice f est découvert, et l'air du réservoir auxiliaire se rend au cylindre à freins, toute communication avec la conduite générale étant interceptée par l'application du cuir c .

Pendant ce temps, le guide g est venu buter contre la portée kk , et y est maintenu par le ressort R_2 ; mais, par le fait même que l'air comprimé passe du réservoir auxiliaire au cylindre à freins, la pression au-dessus de P se trouve diminuée, en sorte que le système P, T remonte jusqu'à ce que le renflement i de la tige ait rencontré le guide g qui arrête sa marche ascendante.

A ce moment, le tiroir T empêche toute communication de F, soit avec R, soit avec E; la pression introduite au cylindre à freins reste ce qu'elle était, et les freins se maintiennent serrés avec une pression théoriquement constante et qui dépend uniquement de la dépression produite dans la conduite générale. Le serrage peut donc être gradué à volonté.

Le desserrage s'obtient par la réintroduction de l'air comprimé dans la conduite générale, qui remplace les organes du distributeur à leur position de marche, et permet au réservoir auxiliaire de se remplir et au cylindre à freins de se vider.

Les appareils placés sur la locomotive sont restés les mêmes que dans le frein ordinaire; mais on a ajouté, entre le robinet de manœuvre dont la conduite aboutit en r (fig. 2), et la conduite générale C, un réservoir R, dit *réservoir d'échappement*, avec lequel la conduite générale communique par l'intermédiaire d'un écran e, e , dont l'orifice central o est convenablement établi.

Le rôle de cet écran est le suivant :

Si on considère une conduite AB (fig. 3) remplie d'air comprimé à une pression uniforme représentée par a, b , et qu'on mette l'extrémité A en communication avec l'extérieur, la ligne des pressions se modifiera suivant la courbe $a'c'd$. Il en résulte que, dès qu'on croira avoir produit dans toute la conduite une dépression uniforme $b'a'$, et qu'on fermera l'extrémité A, il se produira vers ce point un afflux qui donnera naissance à une ligne de contre-pression $d'c'a'$. Il s'en-

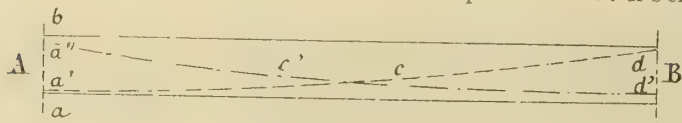


FIG. 3.

suivra forcément un desserrage d'une partie des freins situés vers A, et un serrage plus énergique des freins situés vers B, c'est-à-dire un résultat exactement contraire à celui cherché.

Ces phénomènes, déjà très manifestes dans les trains de longueur ordinaire, deviennent tout à fait nuisibles dans ceux de grande longueur et y produisent des réactions brusques et des ruptures d'attelage.

Avec le *réservoir d'échappement*, cet inconvénient disparaît; en effet, l'air de la conduite générale devant passer par l'écran o , son débit diminue, et la dépression produite dans le réservoir R est toujours plus forte que celle produite dans la conduite générale. Aussi, quand on ferme le robinet de manœuvre, l'air comprimé de la conduite générale, au lieu de venir produire une contre-pression à l'avant, s'écoulera dans le réservoir d'échappement, et l'équilibre de pression s'établira d'une façon régulière.

Ces modifications étant admises, il nous reste à examiner l'accélérateur combiné avec deux réservoirs spéciaux, et dont l'ensemble est représenté figure 4.

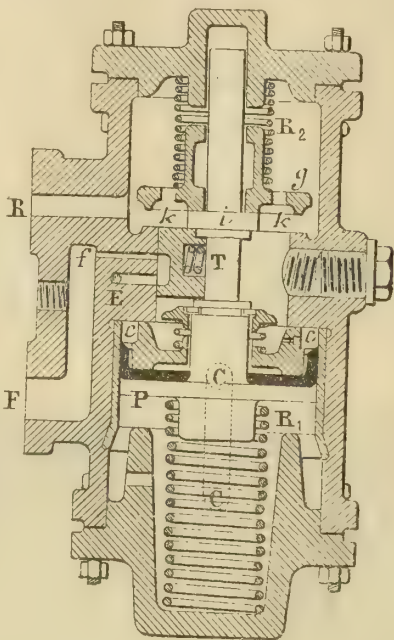


FIG. 4.

Le dessin ne montre que la partie droite de l'appareil, comprenant l'accélérateur A, ses deux réservoirs spéciaux R' et R'' , et une amorce du réservoir auxiliaire R. La partie gauche non représentée comprendrait le complément de ce réservoir auxiliaire, le cylindre à freins, et le distributeur, dont la communication avec l'accélérateur peut être interrompue par un robinet r placé sur la conduite de jonction g, g .

La conduite générale traverse l'appareil et aboutit en C.

L'accélérateur se compose, comme le distributeur, d'un piston P_1 et d'un tiroir T_1 solidaires; le système est maintenu en haut de sa

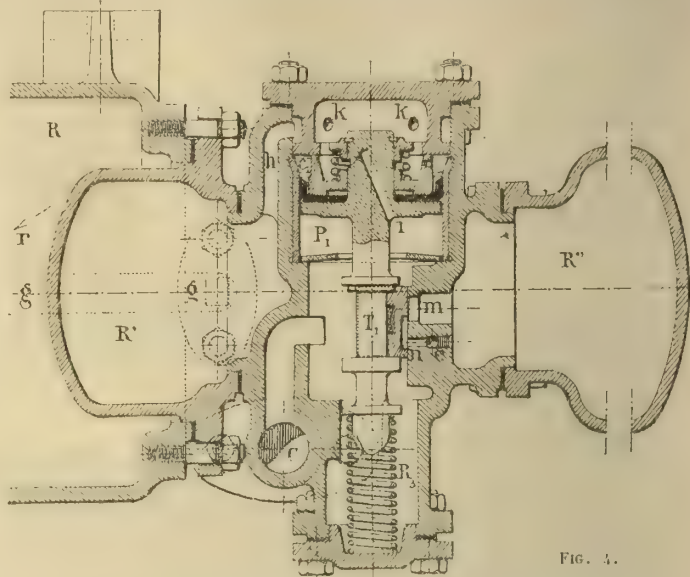


FIG. 4.

course par un fort ressort R_3 . Un conduit de faible section i établit une communication permanente entre les deux faces du piston.

Fonctionnement. — Pendant la marche du train, l'air de la conduite générale, passant autour de la garniture de P_1 , se rend par kk et h dans le réservoir R' , et de là, par g, g et par le robinet d'isolement r , au système du distributeur, du cylindre à freins, et du réservoir auxiliaire R, qui fonctionne comme on l'a vu plus haut. Pendant ce temps, le réservoir R'' communique avec l'extérieur par m, n, e .

Lorsqu'on veut effectuer un *serrage ordinaire*, on produit une faible dépression dans la conduite générale, dépression incapable de vaincre la résistance du ressort de l'accélérateur, dont les organes ne bougent pas. Cette dépression se transmet par i, h, g, g , et produit le fonctionnement du distributeur et le serrage des freins.

Le desserrage s'opère également, dans ce cas, sans fonctionnement de l'accélérateur.

Au contraire, lorsqu'on veut effectuer un *serrage rapide*, on produit brusquement une forte dépression dans la conduite générale; la résistance du ressort R_3 est vaincue; le système P_1, T_1 s'abaisse, et une partie de l'air de la conduite générale se précipite par m dans R'' .

En même temps, une dépression brusque se produit dans R' et se transmet de là par g, g au distributeur qui détermine le serrage.

L'échappement direct de l'air de la conduite générale dans le réservoir R'' , permet donc à la dépression de se propager dans cette conduite, et d'actionner les appareils avec une extrême rapidité.

Dès que l'équilibre s'est établi par suite du retour de l'air dans R' par i , le système P_1, T_1 remonte, et l'air emmagasiné dans R'' s'échappe à l'extérieur par m, n , en quantité déterminée par le volume du réservoir R'' .

Lorsqu'on réintroduit l'air dans la conduite générale pour effectuer le desserrage, les organes de l'accélérateur se sont donc replacés dans la position de marche, et l'air se rend au distributeur en passant autour de c et par h, i, h, R' et g, g .

Dans les premières expériences faites, il se produisit de nombreuses ruptures d'attelage, dues principalement à l'emploi de l'ancien distributeur, et à l'absence du réservoir d'échappement.

Dans les expériences postérieures, faites avec le nouveau type de distributeur et l'addition du réservoir d'échappement, les résultats furent des plus satisfaisants.

Le serrage se propageait en effet de la première à la cinquantième voiture en 4" 7, soit avec une rapidité de 0" 34 par véhiculé. Le desserrage complet s'effectuait en moins de 6 secondes.

Remarque. — Les résultats obtenus, au point de vue de l'écoulement régulier de l'air de la conduite générale, à l'aide du réservoir d'échappement, l'ont été, dans les freins *Westinghouse* et *Soulerin*, à l'aide d'appareils de manœuvre assez complexes, dont nous ne donnerons ici que le principe.

M. *Westinghouse* se sert d'un robinet à décharge égalisatrice dont le principe consiste, au lieu de produire directement la dépression voulue dans la conduite générale, à la produire dans une capacité auxiliaire séparée de la conduite par une valve égalisatrice avec piston et soupape. Cette valve est disposée de telle façon que l'on peut cesser brusquement de produire la dépression dans cette capacité, sans que, pour cela, l'air de la conduite générale cesse de s'échapper, jusqu'à ce que l'équilibre se soit établi régulièrement sur toute sa longueur, et que la pression y soit devenue ce qu'elle était dans la capacité auxiliaire.

M. *Soulerin* se sert d'un robinet basé sur l'emploi de deux systèmes mobiles de pistons en cuir embouti basés de clapets, et d'une capacité auxiliaire.

Pour charger la conduite, on laisse rentrer l'air dans cette capacité jusqu'à ce qu'il y ait atteint la pression voulue, et on met le robinet au repos. L'air du réservoir principal se rend alors dans la conduite générale jusqu'au moment où sa pression tend à devenir plus grande que celle de la capacité. Aussitôt, par le jeu de l'un des systèmes, le réservoir principal cesse de communiquer avec la conduite générale.

Inversement, pour effectuer le serrage, on produit la dépression voulue dans la capacité auxiliaire, et l'on met le robinet au repos. L'air de la conduite générale s'écoule alors régulièrement à l'extérieur, jusqu'au moment où sa pression tend à devenir moindre que celle de la capacité. Aussitôt, le deuxième système vient fermer l'échappement.

IV. APPAREIL BOYDEN. — Le cylindre à freins et l'ensemble des appareils sont identiques à ceux du frein Boyden ordinaire, mais l'air de la conduite générale, avant d'arriver dans le cylindre à freins, passe par un appareil spécial appelé *valve à action rapide*. Cette valve rapide se compose essentiellement (fig. 5) d'un diaphragme D, en toile caoutchoutée, maintenu entre deux pièces portant des clapets *c* et *c'*. Un passage *o, o*, ménagé dans le corps de l'appareil, établit une communication permanente entre la chambre A et la chambre B. La conduite générale aboutit en C de chaque côté d'un robinet R. F communique avec le cylindre à freins déjà décrit, et E avec l'extérieur. Un ressort *r*, d'assez forte tension, maintient le diaphragme soulevé et les clapets *c* et *c'* appliqués.

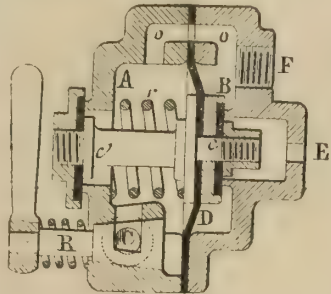


FIG. 5.

Le robinet R peut occuper deux positions principales : dans la première, la conduite générale communique avec la chambre A ; dans la deuxième, la valve, et par conséquent le cylindre à freins, sont isolés, et la conduite générale joue le rôle de « conduite blanche ».

Fonctionnement. — Pendant la marche du train, l'air comprimé se rend dans A, puis dans B par *o, o*, et de là dans le cylindre à freins par F. Dans ces conditions, la pression étant la même sur les deux faces du diaphragme, les clapets *c* et *c'* sont appliqués sur leurs sièges par la pression du ressort *r*, et toute communication est fermée entre le cylindre à freins et l'extérieur.

Lorsqu'on veut effectuer un *serrage ordinaire*, on produit une faible dépression dans la conduite générale, dépression insuffisante pour vaincre la résistance du ressort. Dès lors, l'air du cylindre à freins se rend par F, B, *o, o*, A et C dans la conduite générale, et le serrage gradué se produit.

Lorsqu'on veut effectuer un *serrage rapide*, on produit brusquement une forte dépression dans la conduite générale. La résistance du ressort *r* étant vaincue avant que l'équilibre ait eu le temps de s'établir sur les deux faces du diaphragme, les clapets *c* et *c'* sont écartés de leurs sièges. Aussitôt, l'air du cylindre à freins s'échappe directement à l'extérieur par *c*, en même temps que l'air de la portion de conduite générale correspondante s'échappe par *c'* ; ces deux effets s'ajoutent pour produire une rapidité de propagation de serrage très grande.

Aussitôt que l'échappement de l'air du cylindre à freins à l'extérieur a réduit la pression à droite de D, le ressort *r* applique à nouveau les clapets *c* et *c'* sur leurs sièges, et empêche l'air de la conduite générale de continuer à s'échapper à l'extérieur.

Le desserrage se produit par la réintroduction de l'air dans la conduite générale, qui replace les organes du cylindre à freins à la position de marche.

Les essais effectués en Amérique avec ce système ont donné des résultats satisfaisants ; mais, outre les inconvénients inhérents au frein Boyden et déjà signalés, il a, comme beaucoup d'autres du reste, celui de reposer sur le jeu de ressorts sujets à rupture, et dont les tensions peuvent varier beaucoup avec l'usage et changer ainsi très notablement les résultats à obtenir.

La question du freinage des trains de marchandises, posée il y a peu de temps, a reçu, comme on a pu s'en rendre compte par ce rapide exposé, des solutions aussi variées qu'ingénieuses.

Cependant, il y a tout lieu de croire que sa réalisation pratique se fera encore longtemps attendre, surtout sur le continent, parce qu'elle ne répond pas à un besoin immédiat, et qu'elle est intimement liée à une question non encore résolue, celle de la proportionnalité de la puissance de serrage à la charge des véhicules.

Dans tous les cas, nous ne pensons pas que la solution réside dans aucun des appareils qui viennent d'être décrits, parce que, le jour où les Compagnies de chemins de fer consentiront à supporter les frais énormes que nécessitera la transformation du matériel à marchandises, elles exigeront des appareils à la fois peu coûteux, simples et robustes. Le mauvais fonctionnement d'un appareil qui, dans des trains de 15 à 20 voitures, peut déjà avoir des conséquences graves, amènera, en effet, des complications déplorables dans des trains de 40 à 50 véhicules, portant une charge beaucoup plus considérable, et où une différence de quelques centièmes de seconde dans la propagation régulière du serrage de véhicule à véhicule, peut, comme cela s'est déjà vu, créer des réactions capables d'amener d'un seul coup 15 à 20 ruptures d'attelages, sans parler de la dislocation du matériel.

Or, la simple inspection des appareils rapides décrits plus haut permet de supposer que de pareils faits, déjà difficiles à éviter sur un train d'essai monté, réglé et surveillé avec des soins tout particuliers,

pourront se produire journallement dans une exploitation courante.

Nous verrons à la fin de cette étude, lorsque nous aurons passé en revue les appareils de freins à vide, lequel des deux systèmes semble devoir l'emporter dans la solution pratique de la question.

GEORGES LESOURD,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

La tombola de l'Exposition. — Le *Journal Officiel* vient de publier un décret de M. Tirard, président du Conseil, réglementant les opérations du tirage de la tombola de l'Exposition.

Les lots sont au nombre de cinq mille. Leur tirage au sort entre les deux millions de billets émis en deux séries de un million de billets chacune, sera commencé le lundi 27 janvier 1890, dans la salle des tirages de la Ville de Paris, au Palais de l'Industrie, à dix heures du matin.

Ce tirage aura lieu en public et sera continué pendant les jours suivants jusqu'à son achèvement, à partir de la même heure.

Il sera effectué au moyen : 1° de boîtes à casiers et de machines servant au classement, puis au roulage en tubes des numéros destinés à être mis dans la roue de tirage ; 2° d'une roue de tirage à parois verticales transparentes et munie de deux serrures de sûreté.

La première opération du tirage comprendra :

1° Le roulage en tubes et la mise en roue, automatiquement, sous les yeux du public, de cent mille groupes, chacun de dix numéros consécutifs (1 à 10, 11 à 20, 21 à 30, ..., 999 981 à 999 990, 999 991 à 1 000 000) ;

2° Le tirage et l'ouverture, sous les yeux du public, de cinq cents tubes donnant les cinq mille numéros de billets qui devront être tirés ; étant entendu que c'est suivant l'ordre de sortie de la roue de ces numéros que seront attribués successivement les cinq mille lots appelés d'après leurs chiffres d'inscription au catalogue. Les numéros fournis par les cinq cents groupes seront classés avant leur roulage en tubes, suivant leur ordre numérique ; dans chaque groupe de dix, les numéros seront affectés alternativement à la 1^{re} et à la 2^e série des billets émis, en prenant soin de donner au premier numéro de chaque groupe l'affectation de la série autre que celle à laquelle aura été affecté le premier numéro du groupe précédent.

La deuxième opération du tirage comprendra :

1° Le roulage en tubes et la mise en roue, automatiquement, sous les yeux du public, des cinq mille numéros fournis par le tirage des cinq cents groupes de dix numéros. Chacun de ces numéros sera accompagné de l'indication de la série à laquelle il aura été affecté, comme il vient d'être indiqué ci-dessus ;

2° Le tirage et l'ouverture, sous les yeux du public, des cinq mille numéros mis en roue.

La remise des lots aux porteurs de billets gagnants sera faite dans les locaux affectés au magasinage des lots, à partir du dixième jour qui suivra celui pendant lequel le tirage aura été achevé.

Ces locaux sont les suivants :

Œuvres d'art (tableaux, statues et gravures) : ancien dépôt des marbres, n° 182, rue de l'Université.

Objets divers : palais du Trocadéro, pavillon central, côté Paris (place du Trocadéro).

Les bureaux seront ouverts chaque jour non férié, de neuf heures du matin à midi, et de une heure à quatre heures de l'après-midi.

Avant d'aller retirer leurs lots, les porteurs des billets gagnants devront se présenter 16, avenue de La Bourdonnais (direction générale de l'exploitation), chaque jour non férié, de neuf heures du matin à midi et de une heure à quatre heures de l'après-midi, au fonctionnaire chargé du contrôle, qui, après avoir rapproché les billets de leurs couchés, les annexera au procès-verbal de tirage et délivrera à chaque ayant droit un bon de livraison sur le garde du magasin où se trouvera le lot gagné.

Les billets gagnants seront présentés au contrôle à partir du lundi 10 février 1890, savoir :

Les billets gagnants de la 1^{re} et de la 2^e série, numérotés de 1 à 200 000, les 10, 11 et 12 février 1890 ;

Les billets gagnants de la 1^{re} et de la 2^e série, numérotés de 200 001 à 400 000, les 13, 14 et 15 février 1890 ;

Les billets gagnants de la 1^{re} et de la 2^e série, numérotés de 400 001 à 600 000, les 17, 18 et 19 février 1890 ;

Les billets gagnants de la 1^{re} et de la 2^e série, numérotés de 600 001 à 800 000, les 20, 21 et 22 février 1890 ;

Les billets gagnants de la 1^{re} et de la 2^e série, numérotés de 800 001 à 1 000 000, les 24, 25 et 26 février 1890.

Les billets gagnants qui n'auront pas été présentés au contrôle aux dates ci-dessus ne pourront plus être représentés qu'à partir du vendredi 28 février 1890.

Les lots qui n'auront pas été réclamés avant le 15 mai 1890 seront vendus par les soins de l'administration des domaines et le produit de cette vente sera versé au Trésor.

La liquidation de la tombola laissera probablement un reliquat assez important qui sera mis à la disposition du Gouvernement.

On sait que le produit net de l'émission devait être affecté :

1° Dans la proportion d'un tiers à faciliter le voyage et l'entrée à l'Exposition aux personnes peu fortunées qui seraient désignées par le ministre du commerce ;

2° Dans la proportion de deux autres tiers à acheter des objets, pris exclusivement parmi les produits exposés, et destinés à être répartis, par voie du tirage au sort, entre les porteurs de billets de souscription de chaque émission.

Environ 350 000 francs auront été employés pour les visites des instituteurs et des délégations ouvrières. L'achat des lots aura nécessité une dépense approximative de 850 000 francs. Enfin, la remise faite aux placeurs aura laissé entre leurs mains un bénéfice d'environ 150 000 francs.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 2 décembre 1889.

Physique. — 1° *Sur la correspondance des équations caractéristiques des gaz.* Note de M. LADISLAS NATANSON, présentée par M. Lippmann.

2° *Méthode pour mesurer les aberrations sphériques et chromatiques des objectifs du microscope.* Note de M. C. J. A. LEROY, présentée par M. Mascart.

En étudiant la théorie jusqu'alors insuffisante d'une méthode d'optométrie, connue sous le nom de kératoscopie de Cuignet, M. Leroy a eu l'occasion d'observer sur un œil artificiel des effets liés aux aberrations de sphéricité et de réfrangibilité. Il a résolu dès lors d'appliquer cette méthode d'examen à l'étude de l'œil et du microscope; c'est à ce dernier que cette note est consacrée.

Le principe est celui qui a permis à Foucault de mettre en pratique sa méthode des retouches locales. Un œil, armé d'un petit trou percé dans un écran et accommodant pour la surface de l'objectif, voit la surface libre de l'objectif éclairée dans les points où la traversent les rayons isolés par le petit trou; tous les autres points, dont les rayons sont arrêtés par la partie pleine de l'écran, paraissent obscurs. L'objet étant un point lumineux monochromatique, situé sur l'axe principal de l'objectif, si le petit trou est d'un côté de l'axe, la région éclairée est du même côté ou du côté opposé, suivant que les rayons correspondants coupent l'axe en arrière ou en avant du plan du petit trou; si le petit trou se déplace transversalement, dans un sens déterminé, la limite de la zone claire se déplacera, sous les mêmes conditions, dans le même sens (direct) ou en sens contraire (inverse). Si donc l'observateur se déplace le long du pinceau, tant qu'il sera en deçà ou au delà des points de croisement des rayons, la marche de la lumière, dans toute l'étendue du déplacement du trou, sera directe ou inverse. Au contraire, dans toute l'étendue de la zone limitée par les points extrêmes d'entre-croisement des rayons, il y aura simultanément marche directe et inverse pour un certain nombre de positions du petit trou pendant un même déplacement transversal.

L'étude de l'aberration chromatique se fera de la même manière, les régions éclairées présentant la couleur des rayons isolés par le petit trou, quand on opère avec de la lumière blanche.

L'auteur a d'abord essayé de mesurer directement l'aberration longitudinale; ce procédé était toujours pénible, et souvent impraticable, à cause de l'étendue énorme de l'aberration, les foyers des rayons centraux et marginaux pouvant être de part et d'autre de l'objectif. Il s'est alors appliqué exclusivement à la mesure de l'aberration transversale, qui est très commode; c'est seulement dans les cas où celle-ci serait trop faible que le premier procédé deviendrait avantageux.

Dans ses essais, M. Leroy prenait pour objet une fente lumineuse variant de 0^m 005 à 0^m 0025 de largeur. Le petit trou, d'un diamètre de 0^m 8, se déplaçait perpendiculairement à la fente, et ce déplacement était lu sur une division donnant le 1/10 de millimètre. Le microscope était réglé de façon que l'image présentât le maximum de netteté dans le plan même du petit trou; la distance de celui-ci à la fente-objet était toujours la même, 0^m 20.

Tous les objectifs étudiés par l'auteur accusent une aberration sphérique nettement mesurable. Suivant les échantillons et leur puissance, l'aberration transversale, tantôt positive, tantôt négative, variait de quelques dixièmes de millimètre à plusieurs millimètres.

Il résulte des différents essais faits par M. Leroy que, dans l'état actuel de la construction, le problème de l'achromatisme peut être considéré comme résolu, tandis qu'il est loin d'en être autant pour l'aplanétisme. C'est donc de ce côté que les constructeurs doivent pousser les perfectionnements.

3° *Conductibilités électriques et affinités multiples de l'acide aspartique,* par M. DANIEL BERTHELOT.

Dans une note précédente, M. Berthelot a discuté déjà les réactions de l'acide aspartique en se préoccupant seulement de sa fonction acide. Dans cette communication, l'auteur examine les conséquences de sa fonction alcaline.

En résumé, il a étudié, par la méthode des conductibilités électriques, les mélanges en diverses proportions : 1° d'acide aspartique et de chlorure de

sodium; 2° d'aspartate de soude et d'acide chlorhydrique; 3° d'acide aspartique et d'acide chlorhydrique; 4° d'aspartate de soude et d'acide aspartique; 5° d'aspartate de soude et de soude; 6° d'aspartate de soude et de chlorure de sodium. Le phénomène obtenu est, dans chaque cas donné, la résultante des affinités simples, prévues par la théorie et constatées au cours de cette étude.

Chimie. — 1° *Nouvelles recherches sur la préparation et sur la densité du fluor.* Note de M. HENRI MOISSAN, présentée par M. Troost.

M. H. Moissan, dans ces nouvelles recherches, s'est appliqué à préparer du fluor pur et à déterminer quelques-unes de ses constantes physiques.

Le mode de préparation reste le même que celui qu'il a déjà indiqué.

Pour obtenir le gaz absolument pur, débarrassé des vapeurs d'acide fluorhydrique, l'appareil d'électrolyse destiné à produire le fluor comporte à sa suite un serpentin en platine maintenu à — 50° à l'aide du chlorure de méthyle. L'acide fluorhydrique, qui bout à + 19°5, est donc entièrement condensé. A la suite de ce petit serpentin sont placés des tubes de platine renfermant des fragments de fluorure de sodium, qui n'attire pas l'humidité et retient les vapeurs d'acide fluorhydrique qui auraient pu se trouver entraînées par le gaz. Grâce à ce moyen, on a pu obtenir du fluor absolument pur.

Pour prendre la densité de ce gaz, l'auteur fait usage d'un flacon en platine qui rappelle par sa forme l'appareil à densité de Chancel. Cette densité a été trouvée de 1,26, c'est-à-dire très voisine de celle qu'assigne la théorie.

2° *Sur quelques faits relatifs à l'analyse des sucres.* Note de MM. E. JUNGLEISCH et L. GRIMBERT.

Les auteurs de cette note ont montré que les acides faibles ne modifient pas le pouvoir rotatoire de la lévulose, alors que les acides forts l'augmentent d'une quantité toujours importante, mais variable suivant les circonstances.

Reprenant la méthode classique de Clerget pour le dosage des sucres, les auteurs de cette note passent en revue les causes d'erreur qu'elle fournit, et montrent que le pouvoir rotatoire du sucre interverti par cette méthode peut offrir une différence en plus de 1,80 % sur le poids du saccharose dans un mélange à parties égales de saccharose et de sucre interverti. Cette erreur en plus atteint 5,60 % dans un mélange d'une partie de saccharose avec trois parties de sucre interverti.

Comme moyen de remédier aux inconvénients signalés par les auteurs de cette note, le remplacement des acides forts par les acides faibles se présente tout d'abord à l'esprit : l'acide acétique, par exemple, qui intervertit le saccharose sans modifier la lévulose produite. Mais cet acide lui-même ne donne de résultats exacts qu'avec des solutions sucrées pures de substances étrangères, et si on emploie cet acide aux mêmes liqueurs additionnées de différents sels.

MM. Jungfleisch et Grimbert ont constaté des faits inattendus qui s'opposent à la généralisation de son usage, et dont ils donnent en détail les observations qu'ils en ont faites. Ils passent ainsi en revue l'influence des acétates alcalins, des citrates, formiates, lactates des sels, des acides forts, monobasiques, etc. sur l'interconversion des solutions sucrées.

Les faits ainsi mis en évidence suffisent à expliquer les irrégularités que l'on constate en appliquant l'interconversion acétique à l'analyse des produits riches en sels à acides organiques, comme les mélasses ou certains sucres végétaux.

Électricité. — *Sur la conductibilité électrique de la Tour Eiffel et de ses prises de terre.* Note de M. A. TERQUEM, présentée par M. Mascart.

Dans cette note, M. Terquem rend compte des expériences qu'il a faites, à deux mois d'intervalle et avec des appareils différents, sur la conductibilité électrique de la tour Eiffel.

Il résulte de ces expériences que la tour elle-même doit être considérée comme un assemblage de charpentes parfaitement en contact les unes avec les autres, formant un conducteur de résistance inappréciable; sa liaison avec le sol, au moyen de huit perd-fluides et des canalisations, est excellente, puisque la résistance n'a été trouvée que de 0^m,1 ou 0^m,15 au plus pour une seule pile.

Les perd-fluides des piliers est et sud, qui offrent une très grande surface enfoncée dans les alluvions de la Seine, n'ont que très peu de résistance, 0^m,3. Quant aux perd-fluides des piliers nord et ouest, si leur résistance est plus forte, 1^m,1 et 3^m,2, c'est sans doute

parce que leur surface est beaucoup moindre et qu'ils traversent les caissons en béton formant les assises de la tour.

En résumé, M. Terquem pense que l'ensemble des paratonnerres de la tour Eiffel, établis suivant les savantes indications de MM. Becquerel, Berger et Mascart, peut être considéré comme très parfait, et qu'il est de nature à exercer sa protection dans un rayon considérable.

Agriculture. — *Sur la fermentation forménique du fumier,* par M. TH. SCHLOESING.

Le travail que communique M. Th. Schloesing fait partie des recherches qu'il poursuit sur le dégagement de l'azote gazeux pendant la décomposition des matières organiques, recherches dont il a publié déjà de nombreux résultats.

On sait que le fumier dégage un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène protocarboné, lorsqu'il fermente à l'abri de l'air. Le fumier dégage-t-il aussi de l'azote au cours de cette fermentation? C'est la question que s'est proposé de résoudre l'auteur, qui donne dans cette note la série des expériences auxquelles il s'est livré pour y répondre.

Il résulte de ses recherches, qui ont porté sur la fermentation forménique du fumier d'étable, à la température de 52°, que :

1° Il ne se produit pas d'azote gazeux provenant de la décomposition de combinaisons azotées;

2° Il ne se forme pas de combinaison azotée par fixation d'ammoniaque sur des matières organiques; bien au contraire, de l'azote est sorti de combinaison azotée et est apparu à l'état d'ammoniaque;

3° La substance organique s'est appauvrie en carbone plus qu'en oxygène; la proportion d'hydrogène y est restée presque la même;

4° L'eau a pris part à la décomposition de la substance organique, et a fourni au carbone à la fois de l'oxygène et de l'hydrogène.

Mécanique. — *Image mécanique des phénomènes thermodynamiques.* Note de M. CHAPERON, présentée par M. A. Cornu.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Le Coton, par L. DESCHAMPS. — J. Michelet, éditeur, Paris, 1889.

Tout le monde connaît l'importance considérable et toujours croissante de l'industrie cotonnière, la place très grande que le coton occupe dans notre mouvement industriel et commercial. Le développement de la concurrence dans cette industrie oblige les chefs de maisons à connaître à fond non seulement la partie commerciale, mais encore la partie matérielle et technique. Il en est de même pour les directeurs et contremaîtres. C'est afin de répondre à ce besoin d'instruction professionnelle que l'auteur a écrit cet ouvrage, qui n'a pas la prétention d'être un traité didactique sur le coton, mais qui condense sous une forme simple et claire un ensemble de renseignements sur la matière première de cette industrie.

L'auteur étudie successivement les caractères botaniques du cotonnier; les conditions de sa culture et de sa production en Amérique et aux Indes principalement; la structure et les caractères de ses fibres; les procédés d'analyse du coton. Un chapitre spécial est consacré à l'étude micrographique de la fibre, dans le but de familiariser les filateurs avec le maniement du microscope, auquel ils n'ont pas assez souvent recours.

Ce bel ouvrage, édité avec soin, est orné de cinq planches. Les intéressés le consulteront avec fruit et y puiseront de nombreux et précieux renseignements.

AVIS. — L'Administration du Génie Civil se charge de procurer tous les ouvrages indiqués au compte rendu bibliographique. Envoyer le montant en un mandat de poste; le port en sus.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Variétés : Les États-Unis à vol d'oiseau, p. 301 ; G. MOREAU. — Mines : Ouro Preto et les mines d'or (Brésil) (*suite*), p. 303 ; PAUL FERRAND. — Chemins de fer : Nouvelle suspension pour voitures de chemins de fer (*planche XXIX*), p. 304 ; FORIS. — Sciences : Leçons sur la théorie mathématique de l'électricité. Analyse de l'ouvrage de M. J. Bertrand, p. 306 ; MAURICE LÉVY. — Études économiques : La question des traités de commerce, p. 309 ; ÉMILE BERT. — Informations : Chronique parlementaire, p. 310 ; — Expositions de Vienne et d'Edimbourg, p. 310 ; — La conférence maritime internationale de Washington, p. 310.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889 : Société de la Grande Tuilerie de Bourgogne, à Montchanin-les-Mines (Saône-et-Loire), p. 311 ; G. PETIT. — Les freins continus pneumatiques à l'Exposition universelle de 1889 (*suite*), p. 318 ; G. LESOURD.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société chimique de Paris, séance du 10 janvier 1890, p. 320. — Société centrale des Architectes français, p. 320. — Société des Agriculteurs de France, p. 320. — Association française pour l'avancement des Sciences (Conférences de Paris en 1890), p. 320

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 320.

Planche XXIX : Nouvelle suspension pour voitures de chemins de fer.

VARIÉTÉS

LES ÉTATS-UNIS A VOL D'OISEAU

Tandis que les rivalités divisaient l'Europe, tandis que les guerres ensanglantaient son sol et augmentaient sa dette, un peuple naissait de l'autre côté de l'Atlantique, il n'y a guère plus d'un siècle, et déjà sa puissance ne peut être égalée que par celles de plusieurs de nos grandes nations jointes ensemble. Les États-Unis formés d'hier ont

malheureuses populations se sont précipitées vers ces eldorados, non pas pour les coloniser mais dans le but de les piller. Parler de la Californie, c'était parler de montagnes d'or, et dans nos temps modernes, cette province a exercé sur les imaginations le même prestige que le Pérou et le Mexique ont pu avoir aux yeux des anciens Espagnols.

Les légendes qui se formaient peu à peu ont attiré sur le territoire de l'Union bien des misérables, bien des aventuriers ; l'écume de notre société traversait les mers et se ruait à la curée ; mais la déception

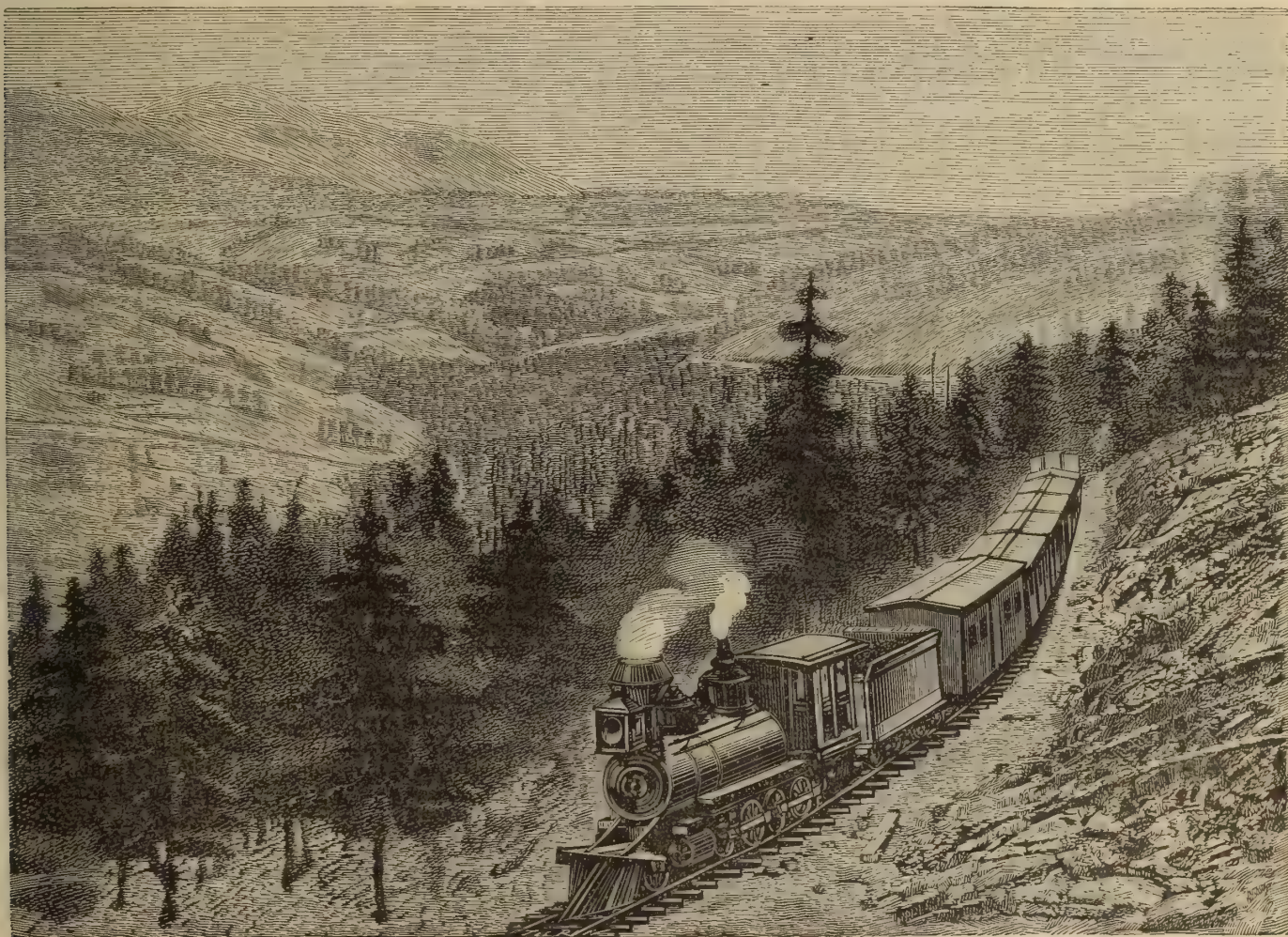


FIG. 1. — Marshall Pass, traversée des Montagnes-Rocheuses (États-Unis).

aujourd'hui cinquante millions d'habitants ; leur territoire (y compris la possession d'Alaska) a une superficie qui dépasse neuf millions de kilomètres carrés, et leurs richesses, déjà considérables, ne peuvent que se développer par une mise en valeur intelligente des ressources immenses que possède cette contrée.

Tout le monde a entendu parler de cette histoire du Nouveau-Monde, et pour beaucoup de nos compatriotes le mot « Amérique » est synonyme de Terre-Promise. A diverses reprises, des récits merveilleux nous ont appris ce qui se passait au delà de l'Océan, et nos

les attendait au bout du voyage, et beaucoup sont morts qui allaient demander à l'Amérique autre chose que ce qu'elle pouvait leur donner. Heureusement, à côté des mauvais éléments dont les derniers vestiges se sont réfugiés dans les solitudes de l'Ouest et du Sud-Ouest, il y eut bon nombre d'individus qui comprirent vite combien ils faisaient fausse route, et qui, aux prises avec la nécessité, acceptèrent courageusement la lutte et fondèrent des établissements dont la prospérité est aujourd'hui fort grande.

Lorsqu'on parcourt les États-Unis, soit qu'on les examine au point

de vue physique, soit qu'on les étudie au point de vue social, on s'aperçoit que tout est grand, malgré les fautes de détail. La nature est immense et les habitants se sont mis à son niveau, en subissant l'influence du milieu dans lequel ils vivaient.

Géographie. — Les États-Unis sont dominés par la chaîne des Montagnes Rocheuses qui englobe la région des plateaux et trace la grande arête de l'Amérique du Nord. Du côté de l'Ouest, le terrain s'abaisse vers le Pacifique par gradins successifs, tandis qu'à l'Est s'étend le large bassin du Mississippi qui vient buter contre la double chaîne des Alleghany et des Montagnes Bleues. Là commence une nouvelle zone, celle de la côte atlantique qui s'étend depuis le Maine jusqu'à la Floride. Une série de hauteurs isolent au Nord la région des grands lacs, tandis que des plis de terrain dessinent un relief à peine sensible au milieu du bassin du Mississippi.

Montagnes. — Les *Rocky Mountains* constituent un massif important dont la hauteur moyenne oscille entre 2000 et 2400 mètres. Cette formation est tantôt couronnée par des plateaux, tantôt dominée par des pics tels que le mont *Brown*, qui porte sa cime à 4850 mètres dans les airs, altitude un peu supérieure à celle du Mont Blanc. Dans l'Ouest, la *Sierra Nevada* forme, le long du littoral, un rameau parallèle.

Au point de vue du pittoresque, les Montagnes Rocheuses ne laissent rien à désirer, car elles ensèrent *Yosemite valley*, *Yellowstone national Park*, *Garden of the Gods*, etc. C'est au milieu de leurs contreforts que se trouve le Grand Cañon du Colorado et c'est sur leurs flancs que se déroule le tracé de *Marshall pass*.

Les *Alleghany* sont plus modestes et les obstacles qu'ils offrent à la circulation ne sont pas à redouter. Ils forment plutôt un plateau accidenté, qui, large de 200 kilomètres, s'étend sur une longueur de 1600 kilomètres, depuis le 34° degré de latitude jusqu'à l'embouchure du Saint-Laurent. L'altitude moyenne n'est que de 900 mètres environ. Le caractère de ces collines, pour être moins sauvage que celui de la chaîne occidentale, n'en est pas moins intéressant, et les champs de Pensylvanie, aussi bien que les rives de l'Hudson, sont célèbres par la beauté de leurs sites.

Rivières. — N'ayant pas l'intention de décrire ici l'hydrographie des États-Unis, nous renvoyons à des ouvrages spéciaux les lecteurs désireux d'approfondir ce sujet. Nous nous bornerons à mentionner sur la côte Est les vastes estuaires du *Saint-Laurent*, de l'*Hudson*, de la *Delaware*, de la *Susquehannah*, etc. La côte du Pacifique présente un aspect tout autre et, à part l'embouchure de la *Columbia* (Oregon), on n'y remarque guère que la baie de San Francisco où se jettent le *Sacramento* et le *San Joaquin*.

Au fond du golfe de Californie débouche le *Colorado*, dont le caractère torrentueux interdit toute navigation régulière. Les merveilles de son cours sont célèbres, les cañons qu'il traverse et qu'il a creusés lui-même attirent chaque année des milliers de visiteurs.

Mais tout s'efface devant l'importance du *Mississippi*, le *Meschacebé* des Natchez, le père des Eaux, comme ils l'appelaient. Sa longueur dépasse 5000 kilomètres. Sa largeur au-dessous de Saint-Louis varie de 1600 à 3000 mètres et il est alimenté par des affluents considérables, tels que le *Missouri*, l'*Arkansas* et l'*Ohio*.

Lacs. — Dans le Nord, vers la frontière canadienne, se trouve la plus grande masse d'eau douce du globe, dont l'ensemble est désigné sous le nom de *Grands Lacs*. Ces lacs, au nombre de cinq, méritent l'épithète qu'on leur donne, si on en juge par les chiffres suivants :

	Superficie	Altitude	Profondeur.
	kil. q.	mètres.	mètres.
Lac Supérieur. . . .	110.000	192	275
— Michigan	77.600	183	300
— Huron	70.000	183	300
— Érié	32.800	170	36
— Ontario.	21.500	70	170

Ce bassin est alimenté par une multitude de petites rivières qui apportent le produit de la fonte des neiges dont l'hiver couvre la contrée. Le Saint-Laurent conduit à l'Océan le trop-plein de l'ensemble, dont l'importance est telle que l'action de la lune y est sensible et que des marées, très faibles, il est vrai, ont pu être observées sur le Michigan.

En raison de leur superficie, sous l'action de vents violents, ces lacs sont parfois visités par de terribles tempêtes, et les eaux roulent en lames très dures, à cause du peu de profondeur des cuvettes. Cet effet est particulièrement sensible pour l'Érié. A part le Michigan et le Huron dont les cotes sont les mêmes, les différences de niveau sont très sensibles entre les différents lacs; aussi communiquent-ils par des passages coupés de rapides ou même de cataractes, comme les grandes chutes du *Niagara*, une des curiosités de l'Amérique. Nous ne voulons pas les décrire. Elles sont trop connues, même de ceux qui ne les ont pas vues, et nous renvoyons le lecteur à la peinture pittoresque qu'en a faite Chateaubriant. Nous nous bornerons à quelques renseignements techniques.

L'Érié, qui reçoit les eaux du Huron, du Michigan et du Supérieur,

se déverse dans l'Ontario par l'intermédiaire du *Niagara*, dont les débuts, aux environs de Buffalo, sont fort tranquilles. Mais le sol vient soudain à se modifier : le cours de la rivière se précipite; il se forme une série de cascades et de rapides, puis cette descente se termine par une chute de quarante-cinq mètres, au milieu d'un nuage de vapeurs, sillonné d'arcs-en-ciel et voilant le pied des cataractes dont la partie supérieure affecte des nuances verdâtres, impossibles à imaginer si on ne les a pas vues. Le cours redevient paisible quelques mètres plus bas, puis les rapides recommencent dans la gorge de Whirlpool, et les eaux coulent ensuite librement vers l'Ontario.

La chute est divisée en deux par *Goat Island*. L'*American fall* a environ 320 mètres de long et sa hauteur est de 48 mètres. Le *Horse shoe fall* (côté canadien) a 47 mètres de haut, mais son développement atteint 780 mètres. Au-dessous du plan supérieur des eaux, les rapides d'amont, dont la longueur est d'environ 1200 mètres, produisent une dénivellation d'à peu près 16 mètres.

Quant à la quantité d'eau, elle est évaluée à 15 000 000 de pieds cubes par minute, ce qui correspond à 6 750 000 litres par seconde.

Les érosions sont considérables et les rives, profondément affouillées, s'écroulent fréquemment. La cataracte, elle-même, voyage et se déplace en remontant vers l'Érié. Un simple coup d'œil jeté sur le pays permet au géologue de s'en convaincre, et rien n'est plus net que la trace de ce déplacement dans la gorge de Whirlpool. Quant à la vitesse du voyage, elle est assez difficile à définir et les opinions ont fort varié à ce sujet, puisqu'on évalue la rétrogradation des chutes, tantôt à un mètre par an, tantôt à un mètre par siècle. En 1843, en 1875 et en 1886, le contour de *Horse shoe fall* a été soigneusement relevé, et il est facile de voir que la vérité est entre ces deux chiffres.

Grâce à l'influence de M. Robinson, alors gouverneur de l'État de New-York, et de lord Dufferin, gouverneur du Canada, les terrains en bordure ont été constitués en *state reservations*, le 15 juillet 1885 pour la rive américaine, et au printemps de 1887 pour la rive canadienne. On empêchait ainsi beaucoup d'abus qui s'étaient produits et dont les visiteurs étaient les victimes.

Sur le territoire américain est née la petite ville de *Niagara-Falls*, dont l'industrie ne comporte pas seulement l'exploitation du touriste. A côté de celle-là en sont nées bien d'autres, dont les moteurs sont mus par des dérivations faites au *Niagara* et, lorsque, en suivant la berge canadienne, on remonte de Whirlpool au parc Victoria, il est curieux de voir jaillir au milieu de la muraille coupée à pic, mille et une cascades créées par la main de l'homme.

Plateaux, déserts, etc. — La région des plateaux se trouve dans le massif des Montagnes Rocheuses qui sont parfois constituées par des terrasses successives traversées par une crête ou dominées par quelques sommets isolés. Tantôt ces gradins présentent un accès facile et s'appuient les uns sur les autres au moyen de rampes douces qu'il est aisé de franchir; tantôt ils émergent subitement, et le faite en est presque impossible à atteindre.

Le désert d'Utah (*Great american desert*), qui se développe à l'ouest et au sud-ouest du Grand Lac Salé, a un aspect particulièrement triste. Partout des efflorescences salines attestent que des eaux chargées de chlorure de sodium occupaient naguère cette région, et l'étude topographique indique une dépression autrefois en relation avec le *Great salt lake*. Le sol argileux et à peine couvert de maigres touffes d'armoises présente des craquelures polygonales analogues à celles que l'on rencontre dans les marais salants desséchés.

Au sud de la Californie, entre le Colorado et le Pacifique, sur une des terrasses qui flanquent vers l'ouest les *Rocky mountains*, s'étend le désert de *Yuma* dont le sol, également riche en sel, se montre beaucoup plus sablonneux. Voici ce qu'en dit M. Élisée Reclus : « Le soir, quand le soleil se couche au loin derrière les montagnes rougeâtres, en dardant ses rayons à travers l'atmosphère poudreuse, le voyageur, couché dans le lit de quelque rivière desséchée, au bord de cette plaine immense qui fut jadis un lac, pourrait aisément se figurer qu'il a devant lui une mer de feu. »

Parmi les curiosités naturelles des États-Unis, nous citerons le *Mammoth's Cave*, gigantesque grotte qui s'ouvre dans le Kentucky, au pied des coteaux calcaires qui bordent la rivière Verte. Sa profondeur reconnue est de plus de 15 kilomètres, et le dédale de ses galeries atteint le chiffre de 60 lieues. Le volume de l'excavation dépasse 12 000 000 de mètres cubes.

Climat. — Cette vaste contrée est loin d'avoir partout les mêmes propriétés. Le climat, particulièrement, est des plus variables, et l'on peut établir les divisions suivantes :

1° *Région du Pacifique.* — La température est assez régulière et les lignes isothermes sont distantes les unes des autres. A San Francisco, les moyennes sont de + 16° C. pour l'année, de + 7° pour l'hiver, de + 22° pour l'été, ce qui dénote une prédominance marquée de la belle saison.

2° *Région des Montagnes Rocheuses.* — Ici il est à peu près impossible de donner des indications précises sur la nature du climat, tant à cause des variations de latitude ou d'altitude qu'en raison de l'insuffisance

des observations. Il existe de notables différences entre le Sud et le Nord, entre les vallées et les plateaux. Certaines zones sont épargnées par le froid au pied de terrasses qui, pendant plusieurs mois, disparaissent sous la neige. La moyenne de l'hiver varie de -10° à $+10^{\circ}$. Pour les températures estivales, l'écart est moins considérable : il n'atteint pas 10° et on peut fixer à $+22^{\circ}$ la moyenne.

3^e Région centrale. — Là, règnent le Mississippi et ses grands affluents; là se développe la plaine à peine coupée par des collines insignifiantes, et la latitude reprend son influence. Les courbes isothermiques sont plus régulières. Le froid domine dans le Nord, tandis que la proportion de beaux jours augmente lorsque l'on descend vers le Sud.

4^e Région du golfe. — Sur les bords du golfe du Mexique, le thermomètre s'élève souvent à 37° et descend rarement au-dessous de 10° . L'atmosphère est malsaine sur certaines côtes basses du Texas et de la Floride ou vers l'embouchure du Mississippi. C'est le pays des orages et des fièvres.

5^e Région de l'Atlantique. — A l'inverse de ce qui se passe sur la côte californienne, il suffit de se déplacer d'une petite quantité suivant un méridien pour constater des variations assez fortes du thermomètre. C'est vers le cap Hatteras que l'on peut trouver le type du climat atlantique. Les moyennes y sont de $+13^{\circ}$ pour l'année de $+5^{\circ}$ pour l'hiver et de $+25^{\circ}$ pour l'été.

6^e Région des lacs. — Le pays est excessivement froid, car la moyenne de l'hiver peut descendre au-dessous de -15° , tandis que celle de l'été ne dépasse pas 20° .

Toutes ces divisions sont un peu arbitraires : elles ne sont basées que sur l'échelle des températures, et une autre classification pourrait être adoptée. Les trois zones réellement déterminées sont celles de la Californie, du Golfe et des Grands Lacs.

Si l'on jette les yeux sur une carte comportant le tracé des lignes isothermiques, on est frappé de ce fait, que le Nord Amérique est sensiblement plus froid que l'Europe, puisque New-York a la même température que Londres et San Francisco la même que Marseille (moyennes annuelles). L'hiver est plus rigoureux à New-York qu'en France, et son intensité atteint à peu près celle qu'il peut acquérir en Danemark. A Chicago, le froid sévit avec la même rigueur qu'en Suède, et la ligne isochimène de San Francisco passe par Paris.

Les courbes de température hivernale ont, dans les États-Unis, une courbure prononcée vers le Sud-Sud-Est et affectent la forme d'un arc relevé à droite et à gauche vers le Nord par l'action d'un agent perturbateur. Or, c'est bien l'expression de la réalité. Les isochimènes sont *infléchies* vers le Nord, à l'Ouest par les vents de Sud-Ouest, à l'Est par les vents de Sud-Est. Ces courants d'air arrivent sur les côtes, chargés d'humidité, et se dépouillent de leur vapeur d'eau qui, en se condensant, abandonne à l'atmosphère une certaine quantité de chaleur. C'est surtout au voisinage du littoral que cette action de la brise marine se fait sentir, influence qui est presque nulle au centre du continent lorsque le vent est devenu sec.

Si la brise du large est humide et tiède en hiver, elle est fraîche en été, car l'air cède une partie de sa chaleur à l'eau qui se vaporise; soufflant sur des terres échauffées par le soleil, elle tendra à les rafraîchir et, par conséquent, les lignes isothermes présenteront la flexion inverse des courbes isochimènes. Les condensations fréquentes qui se produisent, se manifestent sous forme de brouillards dont la persistance et l'intensité ne laissent rien à désirer aussi bien à New-York qu'à San Francisco.

Dans la région des lacs, ces influences perturbatrices cessent de se faire sentir. Chicago, Milwaukee, Madison, Saint-Paul, ne reçoivent les vents du Sud que dépouillés de leur humidité pendant l'hiver; par contre, ces villes sont exposées aux courants du Nord qui se glacent sur les terres polaires. Il en résulte, au sud du lac Michigan, à Chicago par exemple, un hiver comparable en rigueur à celui de l'Islande, et pourtant la latitude de Chicago est à peu près celle de Nice. Le thermomètre descend fréquemment au-dessous de -15° F. (-26° C.), c'est-à-dire que l'hiver dans ces parages est analogue à celui que nous avons eu à Paris en 1879; seulement ce froid persiste pendant des semaines et revient périodiquement tous les ans.

Pendant décembre, janvier, février et quelquefois mars, la glace se forme et la neige couvre la terre, tombant en si grande abondance qu'on est obligé de suspendre la marche des trains. Poussée par le vent, elle s'accumule le long des obstacles qu'elle rencontre, des maisons par exemple, jusqu'à les faire presque entièrement disparaître, si leur hauteur n'est pas suffisante pour les sauver d'une pareille aventure. Lorsque vient le printemps, lorsqu'un vent tiède détermine un dégel, toute cette masse glacée se résout en eau : mille ruisselets se forment qui vont alimenter les grands lacs; l'hiver est fini; la campagne devient accessible, souvent même fertile; la vie revient aux champs et l'homme se hâte de profiter du répit que lui accorde la nature.

G. MOREAU,
Ingénieur des Mines.

(A suivre.)

MINES

OURO PRETO ET LES MINES D'OR (BRÉSIL)

(Suite.)

Première partie. — Exploitations anciennes.

CHAPITRE II. — MÉTHODES D'EXPLOITATION.

§ 2. — Gisements de l'or. — Les mines d'or, à Minas Geraes, sont concentrées en grande partie sur les flancs de la Serra do Espinhaço. Cette grande chaîne de montagnes, qui forme le massif central de la Province, a une direction N.-S., suivant une ligne sensiblement méridienne passant par Rio de Janeiro, Ouro Preto et Diamantina, et sépare les eaux du bassin du Rio Doce à l'Est, de celui du Rio San-Francisco à l'Ouest. C'est dans la partie de ce massif qui a reçu le nom de Serra de Ouro Preto, que l'on rencontre les nombreux vestiges des anciennes exploitations.

Quand on examine la constitution géologique de la contrée (2), il semble que l'on peut distinguer dans l'ordre de superposition des terrains trois grandes périodes distinctes :

I. Gneiss. — Micascistes.

II. Schistes micacés. — Quartzites schisteuses. — Schistes argileux. — Itabirites.

III. Quartzites compactes. — Grès.

Les roches les plus anciennes, comprises dans les deux premières périodes, présentent des caractères de stratification qui tendent à disparaître dans celles de la troisième période. Elles paraissent analogues aux roches que l'on a coutume de classer dans les terrains primitifs : celles de la première période correspondraient au terrain Laurentien, celles de la seconde au terrain Huronien.

Les roches de la première période offrant peu d'intérêt au point de vue qui nous occupe, nous ne nous y arrêtons pas. Au contraire, celles de la seconde période sont, pour nous, particulièrement intéressantes. Les schistes micacés qui en occupent la base sont généralement gris foncé, presque noirs, onctueux au toucher, et se présentent sous deux aspects un peu différents : à la partie inférieure, ils sont plus tendres, légèrement graphiteux, noircissent les doigts; à la partie supérieure, plus durs et compacts, ressemblant quelquefois à des ardoises. Entre les deux, viennent parfois s'intercaler les quartzites schisteuses; celles-ci sont généralement dures et résistantes, susceptibles de se séparer en feuillets, que l'on utilise comme dalles dans le pays, sous le nom de *pedra de lages* (pierre à dalles).

Les schistes argileux, qui avec les itabirites occupent l'étage supérieur des terrains franchement schisteux, proviennent de la décomposition plus ou moins avancée des schistes micacés. On les trouve sous des épaisseurs énormes, et les tranchées que l'on rencontre à chaque pas sur les routes offrent aux regards une série de couches régulièrement stratifiées d'une variété de couleurs remarquable, allant du gris blanc au noir en passant par le jaune et le rouge. Dans les parties hautes, la décomposition des schistes est plus avancée, les caractères de schistosité disparaissent, la consistance diminue et l'on a la transformation complète en argile ordinairement rouge.

Les itabirites sont un mélange schisteux de quartz à grains fins et de fer spéculaire. On les rencontre en couches friables de sables brillants, que l'on désigne vulgairement sous le nom de *jacutinga* (3), ou à l'état de masse compacte contenant peu de quartz et formée d'oligiste presque pur, qui a reçu le nom de *pedra de ferro* (pierre de fer). Ils fournissent un excellent minerai (4). Ces couches présentent des affleurements considérables, d'une épaisseur atteignant souvent plus de 100 mètres sur une étendue de plusieurs kilomètres, qui sont presque toujours recouverts d'une croûte dure, d'un conglomérat de teinte rouge foncé, formé de rognons de quartz ou d'hématite liés par un ciment argilo-ferrugineux. Cette roche, que l'on trouve en masses souvent cavernueuses, sous une épaisseur de quelques mètres à peine, était appelée par les anciens mineurs *tupinna canga* (tête de nègre) et plus simplement aujourd'hui *canga*. Les itabirites apparaissent quelquefois par couches intercalées dans les schistes argileux.

Les roches de la troisième période, qui forment le niveau supérieur des terrains éruptifs de la région, sont des quartzites de plusieurs variétés, généralement compactes. Parfois le quartz y est à l'état de sable que l'on peut écraser avec les doigts; on a alors une roche qui passe à l'état de grès.

Les gisements de l'or sont de deux sortes : les filons et les dépôts d'alluvions.

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XVI, n° 43, p. 285.

(2) Voir : *Estudo chimico e geologico das rochas do centro da Provincia de Minas Geraes*, par H. GORCEIX. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto*, n° 4 c n° 2. — *L'Industrie minière dans la Province de Minas Geraes*, par A. DE BOVET. *Annales des Mines*, 8^e série, tome III. — *Report of the mines of Passagem, Raposos and Espirito Santo*, by A. MEZGER.

(3) Du nom de l'oiseau, dont le plumage présente le même aspect.

(4) Voir le *Genie Civil*, tome IV, n° 4, et tome V, n° 25.

Les filons contenant l'or répondent à deux types bien distincts d'aspect : les filons de quartz et de pyrites aurifères et les filons de quartz aurifère.

Les premiers, les filons de pyrites, sont formés d'une masse de quartz avec pyrites, ordinaire et arsénicale, en cristaux noyés dans la pâte ou en veines à grains serrés et fins, dans lesquels l'or se trouve disséminé assez régulièrement en une sorte de poussière ténue, excessivement difficile à séparer de la masse, même après l'avoir réduite à l'état de sable fin. A la pyrite arsénicale et à la pyrite ordinaire viennent se joindre accidentellement, suivant les gisements, d'autres minéraux tels que la calcite, la dolomie, la sidérose, le disthène, l'hornblende, le grenat, le mica, la tourmaline, l'albite, la pyrite magnétique, la pyrite de cuivre, la galène. Avec l'or on recueille un peu d'argent et aussi, mais plus rarement, du bismuth métallique.

Les seconds, les filons de quartz, se composent de quartz généralement d'un blanc laiteux, où se trouvent disséminés de gros cristaux de pyrite, principalement de pyrite de fer et peu de pyrite arsénicale, avec des paillettes d'or irrégulièrement réparties dans la masse. Tandis que les filons de pyrite ont une richesse assez constante, quoique faible, les filons de quartz renferment l'or en proportion essentiellement variable, mais les grains moins fins sont en revanche plus faciles à séparer de la masse stérile.

Les filons de pyrites n'apparaissent que dans les étages inférieurs, principalement dans les schistes micacés inférieurs et dans les quartzites schisteuses; au-dessus on ne les rencontre plus, ce qui ferait supposer qu'ils sont antérieurs aux schistes micacés supérieurs et par suite aux schistes argileux et aux itabirites. Ces filons, tantôt recoupent nettement les terrains qu'ils traversent, tantôt suivent des lignes de stratification et forment ce qu'on appelle des filons-couches; dans tous les cas, ils sont franchement séparés de la roche encaissante, généralement dure, et c'est à peine si l'on trouve un peu d'or dans la matière des salbandes.

Au contraire, on rencontre les filons de quartz aux divers niveaux de l'échelle des terrains jusque même dans les quartzites supérieures, ce qui permettrait de conclure à leur origine postérieure à celle des précédents, et l'on constate que, lorsqu'ils recoupent des terrains perméables, la roche se trouve imprégnée d'émanations filoniennes sur une étendue quelquefois considérable. C'est un fait que l'on vérifie, quand ces filons traversent les couches qui occupent les parties supérieures du massif central de Minas : schistes argileux, itabirites, quartzites.

Dans les schistes argileux, généralement rouges, la matière filonienne a pénétré dans les nombreuses fentes de la cassure, de manière à former le plus souvent une série de petits filons parallèles, séparés par des lits de schistes avec imprégnation d'or sur une certaine étendue.

Dans les couches d'itabirites friables, jacutingas, qui ont été traversées par des filons de quartz, il y a imprégnation de l'or à une distance telle qu'il semble former des gisements à première vue distincts des filons et qui pourtant y sont intimement liés : « Les environs d'Ouro Preto présentent sous ce rapport des faits probants : une couche considérable de jacutinga y a été exploitée à ciel ouvert partout où elle était traversée par des filons de quartz; les exploitations s'étendaient à 30, 40 ou 50 mètres à droite et à gauche du filon, où elles ont eu pour résultat la disparition complète de la couche de jacutinga; au contraire, les parties qui étaient entre deux filons loin de l'un et de l'autre ont été laissées intactes, de telle sorte qu'aujourd'hui tout le long du chemin d'Ouro Preto à Marianna (12 kilomètres), sur la rive gauche du Rio do Carmo, le terrain présente une série de tranchées toutes parallèles entre elles, toutes montrant au fond quelques filons de quartz, séparées par des masses intactes de jacutinga. » (1) (fig. 7). L'or se trouve dans ces couches en grosses paillettes irrégulièrement disséminées dans la masse de quartz et de fer oligiste; en raison de la friabilité de la matière, la séparation en est facile.

Dans les quartzites, roches dures, mais présentant des plans de clivage, il y a eu seulement une faible pénétration dans les lits de fracture voisins du filon.

Ainsi les filons de pyrites et les filons de quartz diffèrent sensiblement entre eux par l'époque de leur origine, par leur composition, par l'état de l'or recueilli. Aussi verrons-nous que les anciens ne se sont que très rarement attaqués, au moins à notre connaissance, aux filons de pyrites, dont ils avaient peine à retirer l'or avec les moyens rudimentaires qu'ils employaient; tandis qu'ils ont souvent exploité les jacutingas aurifères et les schistes argileux au contact des filons de quartz, rarement le filon lui-même, surtout dans les quartzites : la roche, par suite de sa dureté, exigeant trop de temps et de travail de leur part pour être réduite en poussière.

Les dépôts d'alluvions se sont formés dans les vallées ou dans les lits des rivières; les pierres et l'or arrachés des flancs des montagnes par les eaux se sont ainsi accumulés dans les fonds, formant un lit

de cailloux roulés, de sable et d'or, désigné dans le pays sous le nom de *cascalho*, dont l'enrichissement s'est produit par une sorte de préparation mécanique naturelle. Les cours d'eau, en tombant dans des gouffres, y creusaient peu à peu des trous présentant l'aspect d'énormes chaudières, à forme cylindrique, dont le fond en demi-sphère et les parois étaient rendus lisses et polis par la rotation de l'eau entraînant avec elle des cailloux et des fragments de roches; ces cavités, auxquelles on donnait le nom de *calderões* (chaudières), se remplirent avec le temps de matières plus lourdes et formèrent ainsi des dépôts de *cascalho* aurifère de richesse souvent considérable. Dans les parties où le courant était plus rapide, les eaux, en affouillant le fond, y creusèrent des espèces de couloirs, appelés *itapavas*, où le *cascalho* riche put s'accumuler.

Ce sont ces dépôts qui formèrent d'abord le but des recherches des mineurs : leur plus grande facilité de traitement, leur richesse extraordinaire devaient tenter les premiers chercheurs d'or, qui, n'ayant aucune notion du travail des mines et enfiévrés du désir de s'enrichir le plus rapidement possible, portèrent tous leurs efforts sur la découverte de ces dépôts, de préférence aux filons qui nécessitaient des travaux plus pénibles et plus difficiles pour l'extraction de l'or. Ces dépôts s'épuisèrent rapidement, tant à cause du nombre des mineurs qui augmentait chaque jour que par suite de leurs manières désastreuses d'exploiter, au hasard et sans aucun ordre, laissant entraîner par les eaux du rio les débris stériles de leurs exploitations, qui allaient se déposer en aval sur le fond vierge, rendu ainsi inexploitable. Après avoir manié et remanié nombre de fois les terrains d'alluvions, les mineurs, fatigués de ne plus rien trouver, durent alors se rejeter sur les montagnes et chercher à arracher, au prix de nombreuses peines et de travaux considérables, l'or qu'elles renfermaient dans leur sein.

C'est ainsi que les anciens mineurs ont été amenés à extraire successivement l'or des alluvions et des filons. Pour connaître leur manière d'exploiter, il nous faut examiner séparément les méthodes qu'ils employèrent, leur *serviço*, comme ils disaient, suivant qu'ils traitaient les dépôts d'alluvions ou les roches traversées par les filons.

PAUL FERRAND,

Professeur à l'École des mines d'Ouro Preto (Brésil).

(A suivre.)

CHEMINS DE FER

NOUVELLE SUSPENSION POUR VOITURES DE CHEMINS DE FER

(Planche XXIX.)

On expérimente actuellement, sur un certain nombre de voitures appartenant à diverses Compagnies de chemins de fer, un nouveau système de suspension, dû à un Ingénieur de la Compagnie de l'Ouest, M. M. Féraud, et qui paraît posséder un certain nombre d'avantages.

Les voitures de chemins de fer sont, on le sait, suspendues sur des ressorts à lames reliés, par leurs extrémités et à l'aide de menottes, à des supports qui sont fixés au châssis des voitures et placés, à égale distance des boîtes à graisse, en dehors de ces ressorts. Cette disposition, universellement adoptée jusqu'ici, a l'avantage d'entretenir les ressorts et de permettre l'entraînement des voitures par leur intermédiaire. Dans ce mode de suspension, l'extrémité de la menotte, reliée au support, décrit une ligne verticale, et l'extrémité correspondante du ressort se rapproche de plus en plus, en fléchissant, de cette ligne verticale, jusqu'à ce que l'aplatissement du ressort se soit produit. Par suite, la menotte s'incline de plus en plus et le châssis de la voiture descend à chaque mouvement du ressort, et sans profit, d'une quantité plus grande que celle dont sont descendues les extrémités du ressort. Ainsi (fig. 1 à 3, pl. XXIX), pour une flexion du ressort de A en A', le châssis de la voiture est descendu de B en B' : si nous menons la verticale AC, l'horizontale A'C et CC' parallèle à AB, C'B' représentera la quantité dont est descendu supplémentairement le châssis de la voiture. Au delà de l'aplatissement, c'est l'inverse qui se produit, l'extrémité du ressort s'éloignant de plus en plus de la ligne verticale BB', et la menotte tendant à se rapprocher de plus en plus de l'horizontale, en même temps que la tangente à la courbe formée par le ressort, à l'extrémité de ce ressort, tend à s'éloigner de plus en plus de l'horizontale. On conçoit donc que, lorsque la menotte sera venue coïncider en direction avec la tangente à la courbe formée par le ressort, à l'extrémité de ce ressort, tous les efforts appliqués à celui-ci ne pourront plus avoir pour effet que de tendre à allonger la lame de ce ressort, sans en augmenter autrement la flexion.

Les considérations théoriques et les observations expérimentales peuvent autoriser à conclure que la suspension avec menottes en dehors présente les inconvénients suivants :

1° Il y a descente supplémentaire de la voiture à chaque oscillation des ressorts ;

2° La flexibilité des ressorts sous charge est bien moindre que la flexibilité moyenne des mêmes ressorts, et n'en est guère que les 0,70 ou les 0,80 ;

3° Le jeu utile disponible entre le dessous du châssis de la voiture et le dessus des boîtes à graisse est considérablement diminué ;

1. L'industrie minière dans la province de Minas Geraes, par M. A. de BOVER.

SUSPENSION DE WAGONS A MENOTTES EN DEDANS

Fig. 1.

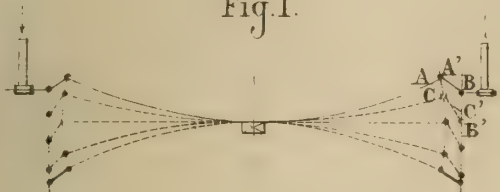


Fig. 2.

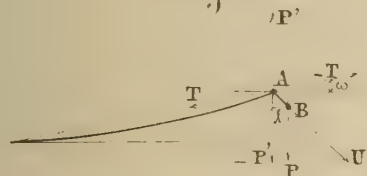


Fig. 5.

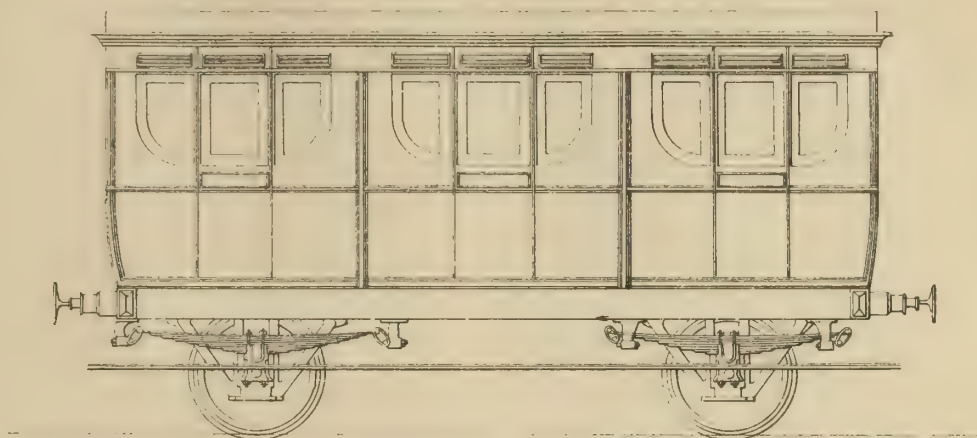
Ressort à menottes
inclinaées en dehorsRessort à menottes
inclinaées en dedans

Fig. 3.

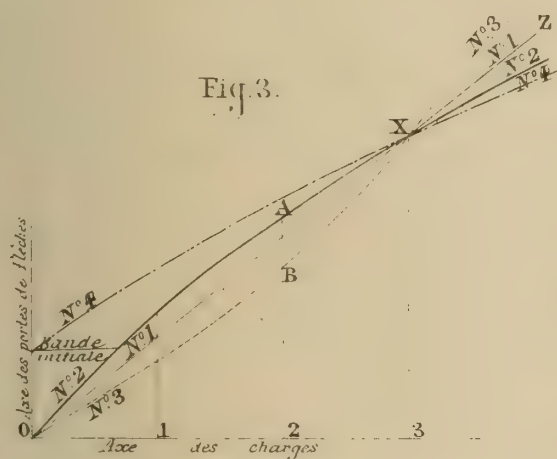


Fig. 6.

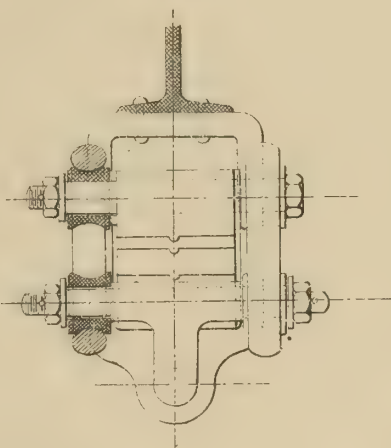
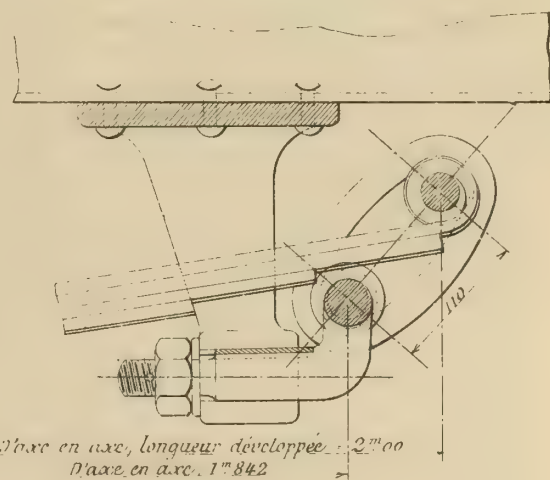


Fig. 7.

D'axe en axe, longueur développée 2^m 00
D'axe en axe, 1^m 842

Courbes théoriques

- N° 1. Courbe de flexibilité d'un ressort sans menottes
sans la machine à essayer les ressorts
- N° 2. Courbe de flexibilité d'un ressort avec menottes
inclinaées en dehors.
- N° 3. Courbe de flexibilité d'un ressort avec menottes
inclinaées en dedans
- N° 4. Courbe de flexibilité d'un ressort avec menottes
inclinaées en dehors et bande initiale

Fig. 4. Coupe du levier

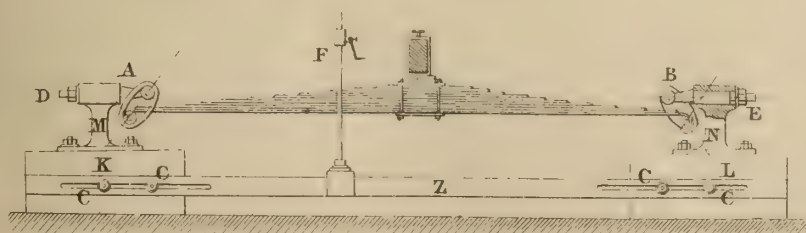


Fig. 8.

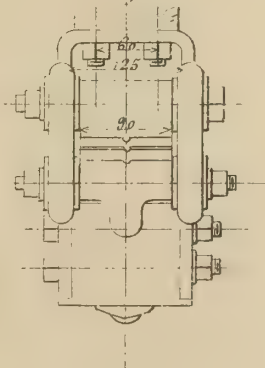


Fig. 9.

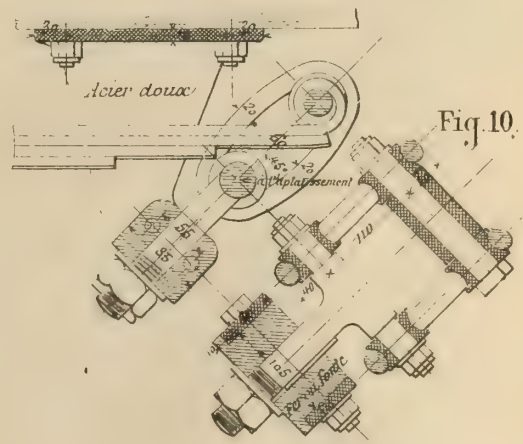


Fig. 10.

4° La maîtresse lame, étant plus chargée que les autres, tend à se rompre.

Les mêmes considérations théoriques et pratiques, ou du moins expérimentales, conduiraient à conclure aux avantages suivants pour la suspension par menottes en dedans :

1° Pour chaque oscillation, les mouvements de la voiture sont inférieurs aux pertes ou au gain de flèche des ressorts ;

2° La flexibilité des ressorts sous charge est plus grande que la flexibilité moyenne des mêmes ressorts et arrive presque au double de la flexibilité des ressorts avec menottes en dehors ;

3° Le jeu utile disponible entre le dessous du châssis de la voiture et le dessus des boîtes à graisse reste plus grand que pour la suspension avec menottes en dehors ;

4° La maîtresse lame est moins chargée qu'avec la suspension avec menotte en dehors, une partie de l'effort d'extension de cette lame étant équilibrée par la compression résultant du sens de l'inclinaison des menottes.

La théorie démontre également que la flexibilité du ressort pour la suspension avec menottes en dedans est minimum au début, va ensuite en augmentant, est maximum au point X (point d'aplatissement aux environs duquel la plus grande flexibilité du ressort est particulièrement utile), et conserve, après le point X, une valeur toujours supérieure à celle de la flexibilité d'un ressort monté avec menottes en dehors.

Ainsi, en résumé, on peut dire que, pour la suspension avec menottes en dedans, les pertes de flèche des ressorts varient toujours dans le sens le plus convenable.

Il est à peine besoin de faire remarquer que, pour une inclinaison

de 10 millimètres d'épaisseur, dont la flèche de fabrication est de 292 millimètres, Les menottes d'attache ont 100 millimètres d'axe en axe, dans les deux cas, et à l'aplatissement, l'inclinaison est inverse et égale à $\frac{45}{60}$.

Si on examine les résultats observés, on trouve que :

1° Pour les deux modes de suspension avec menottes, de même que pour le cas du ressort essayé sur rouleaux, l'aplatissement se produit entre 2 000 et 2 500 kilogr. et très sensiblement sous la même charge ;

2° La flexibilité du ressort, entre 2 000 et 2 500 kilogr., est de :

128 millimètres pour le ressort sur rouleaux ;

94 millimètres pour le cas des menottes en dehors ;

164 millimètres pour le cas des menottes en dedans.

Ainsi, en passant d'un mode de suspension à un autre, la flexibilité varie dans le rapport de 1,74 à 1. D'ailleurs, ce rapport augmente avec la charge ; à 3 000 kilogr., il devient de 1,75, et à 3 300 kilogr. de 2,22.

Dans le montage des ressorts de suspension de ces voitures, on a été conduit à donner aux menottes en dedans une longueur de 110 millimètres au lieu de 75 millimètres, cote adoptée pour les menottes en dehors. A l'aplatissement, l'angle des menottes en dedans, avec l'horizon, est de 44°, et ce même angle, pour la voiture à vide, est de 54°, tandis que dans la suspension ordinaire, l'angle des menottes avec l'horizon est de 53° à l'aplatissement, et de 48° 30' pour la voiture à vide.

Le tableau n° 2 donne aussi, comme exemple, le résultat des

TABLEAU N° 1

MODE DE SUSPENSION	0 kilogr.		φ	1 000 kilogr.		φ	1 500 kilogr.		φ	2 000 kilogr.		φ	2 500 kilogr.		φ	3 000 kilogr.		φ	3 800 kilogr.	
	F	M	0 à 1 000	F	M	1 000 à 1 500	F	M	1 500 à 2 000	F	M	2 000 à 2 500	F	M	2 500 à 3 000	F	M	3 000 à 3 800	F	M
Rouleaux.	291		114	177		140	167		134	40		128	—24		120	—84		85	—152	
Menottes en dehors, 100 millimètres. Inclinaison $\frac{45}{60}$	233	8	106	127	71	116	69	76	106	16	82	94	—31	82	88	—75	80	38 7	—106	76
Menottes en dedans, 100 millimètres. Inclinaison $\frac{45}{60}$	291	59	120	174	94	128	167	87	138	38	80	164	—44	80	154	—121	87	86 2	—190	91

TABLEAU N° 2

MODE DE SUSPENSION	0 kilogr.		φ 0 à 1 000	1 000 kilogr.		φ 1 000 à 1 500	1 500 kilogr.		φ 1 500 à 2 000	2 000 kilogr.		φ 2 000 à 2 500	2 500 kilogr.		φ 2 500 à 3 000	3 000 kilogr.		φ 3 000 à 3 800	3 800 kilogr.	
	F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M
Rouleaux.	291		114	177		140	107		134	40		128	—24		120	—84		85	—152	
Menottes en dehors de 75 millimètres.	199	4	79	120	46	112	64	55	102	13	62	86	—30	64	88	—74	62	37 5	—104	60
Menottes en dedans de 110 millimètres.	291	101	111	180	99	128	146	90	150	41	83	172	—45	80	156	—123	89	90	—195	92

F Flèches sous charges. — M Projection verticale de la menotte. — φ Flexibilité par 1 000 kilogr.

inverse égale des menottes, les quadrilatères de suspension sont aussi indéformables dans un cas que dans l'autre, et que, par suite, l'entraînement de la voiture par l'intermédiaire des ressorts s'obtiendra, dans les deux cas, avec la même sécurité. Cette augmentation de flexibilité permet d'obtenir une flexibilité donnée, avec des ressorts de moindre poids.

Enfin, la disposition avec menottes en dedans permet d'écarter les essieux pour rendre la voiture plus stable et d'augmenter la longueur des ressorts, ce qui peut offrir un certain avantage pour les voitures à trois essieux.

M. Féraud a vérifié expérimentalement les indications que la théorie lui avait fournies. Les ressorts ont été essayés de la même manière sous la machine à levier ; puis, pour établir l'influence de l'inclinaison des menottes, ces mêmes ressorts ont été essayés sous le même appareil, mais en les plaçant dans la machine qui est représentée figure 4 (pl. XXIX).

Deux blocs de bois K et L, sur lesquels sont fixés des supports M et N, sont reliés entre eux par deux fortes barres en fer Z, dressées et pouvant être fixées à ces mêmes blocs par des boutons C. Les ressorts sont attachés aux supports M et N par des menottes en A et B. Il suffit de faire varier l'écartement des axes A et B pour changer l'inclinaison des menottes : on obtient ce résultat, soit en rapprochant les deux supports K et L, soit en agissant sur les vis de réglage D et E.

On voit que, grâce à cette disposition, les efforts se transmettent aux ressorts de la même façon que s'ils étaient placés sous la voiture.

Les pertes de flèche successives sous les différentes charges sont mesurées à l'aide du trusquin F, coulisant sur une des barres Z et permettant de noter aussi les variations successives de l'inclinaison des menottes, et de déterminer, par suite, la courbe des déplacements de la voiture.

Le tableau n° 1 donne comme exemple les résultats observés pour un ressort de 2 mètres de longueur développée de maîtresse-lame et composé de onze feuilles de 90 millimètres de largeur et

essais, dans ces nouvelles conditions, de montage du ressort dont il a été précédemment question à propos du tableau n° 1.

La figure 6 (pl. XXIX) représente la disposition comparée des deux modes de suspension sous une même voiture. Les figures 6 et 7 donnent les détails des supports des menottes. Ces supports embrassent les ressorts et garantissent de tout accident en cas de rupture d'un boulon d'attache des menottes, ou des menottes elles-mêmes, tout en étant de construction facile.

De même les figures 8 à 10 donnent la disposition des mains de suspension démontables. Ces dernières ont pour but de remédier à la complication des pièces de forge actuellement usitées, et permet de fixer définitivement le ressort sur sa boîte d'essieu, de laisser descendre la voiture sur le ressort, de passer les mains et de régler, sans avoir besoin de donner une perte de flèche supplémentaire pour permettre de fixer les menottes.

L'appareil de démonstration de M. Féraud et un ressort de son système figuraient à l'Exposition de 1889, au premier étage de la galerie des Machines.

Voici quelles sont, à l'heure actuelle, les applications qui ont été faites de ce système, à titre d'essai :

1° Quatre voitures de première classe, Ouest ; deux d'entre elles sont en service depuis mars 1888, les deux autres depuis juin 1889 ;

2° Une voiture Ax 119, de l'Etat français, en service depuis mai 1889 ;

3° La voiture du Grand Central belge qui figurait à l'Exposition ;

4° Un salon n° 7 et deux voitures de première classe de la Compagnie d'Orléans. Cette dernière Compagnie ne tenant pas à avoir des ressorts plus flexibles, remplace des ressorts de 2 mètres et de 91 kilogr. par des ressorts du nouveau système de 1^m 60 et de 46 kilogr., tout en conservant la même flexibilité utilisée.

En outre, l'application de ces ressorts a permis de porter l'écartement des essieux de 3,30 à 3,75, maximum que permettent les plaques tournantes, et que l'on n'eût pu réaliser avec la disposition usuelle des menottes.

FORIS.

*

SCIENCES

LEÇONS SUR LA THÉORIE MATHÉMATIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

Analyse de l'ouvrage de M. J. Bertrand,

par M. Maurice Levy, membre de l'Institut.

En publiant les *Leçons sur la théorie mathématique de l'électricité*, qu'il a professées l'année dernière au Collège de France, M. J. Bertrand s'est proposé d'exposer d'une façon aussi simple que possible, les fondements les plus essentiels de la Science et leurs principales applications.

« Sans sacrifier, dit-il dans la préface, la rigueur au désir de simplifier, j'ai choisi toujours la voie la plus simple; je crois l'avoir souvent simplifiée; il m'a suffi quelquefois de supprimer les formules inutiles. »

Et, en effet, ce qui frappe tout d'abord dans cet ouvrage, ce n'est pas seulement l'élégance du style et des démonstrations qu'on attend tout naturellement du maître qui l'a écrit, mais l'extrême sobriété dans l'emploi du calcul et, en particulier, du calcul intégral.

Les théories générales sont illustrées, soit par des exercices, soit, le plus souvent, par des applications utiles dans la pratique.

L'auteur s'est interdit deux théories dont il ne méconnaît pas l'intérêt, ni même l'utilité provisoire, mais qu'il ne juge pas assez bien acquises pour rentrer dans le cadre d'une théorie mathématique : c'est la théorie des diélectriques et la théorie, prise dans toute sa généralité, des courants dans des conducteurs à une ou plusieurs dimensions, fixes ou mobiles.

La division de l'ouvrage est des plus simples : treize chapitres, dont il ne me paraît pas inutile de donner d'abord les titres :

- I. — ATTRACTION DES SPHÈRES.
- II. — LA FONCTION POTENTIELLE.
- III. — SURFACES SANS ACTION SUR LES POINTS INTÉRIEURS.
- IV. — LES LIGNES DE FORCE.

Ces quatre premiers chapitres forment, comme on le voit, une sorte d'introduction où sont exposées les propriétés générales des forces inversement proportionnelles aux carrés des distances, indépendamment de toute application.

Les applications viennent ensuite :

- V. — L'ÉLECTROSTATIQUE.
- VI. — LES AIMANTS.
- VII. — LES COURANTS.
- VIII. — LES ACTIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES.
- IX. — LES ACTIONS ÉLECTRODYNAMIQUES.
- X. — QUELQUES APPLICATIONS.
- XI. — THÉORIE DE L'INDUCTION.
- XII. — MACHINES ÉLECTROMAGNÉTIQUES.
- XIII. — LES UNITÉS ÉLECTRIQUES.

Chaque chapitre est précédé, non seulement d'un sommaire détaillé des matières qui en font l'objet, mais de quelques réflexions indiquant l'esprit dans lequel elles ont été traitées.

Je ne crois pas pouvoir mieux rendre hommage à l'auteur de ce beau livre, et au livre lui-même, qu'en essayant de l'analyser chapitre par chapitre.

CHAPITRE PREMIER. — ATTRACTION DES SPHÈRES.

Après avoir rappelé la définition et les premières propriétés de la fonction des forces qu'il nomme *potentiel* dans le cas particulier des forces inversement proportionnelles aux carrés des distances (1), et celles de la *fonction potentielle* ou potentiel relatif à un point, M. J. Bertrand donne, par des considérations géométriques immédiates, le potentiel d'une surface sphérique homogène relativement à un point pris dans son intérieur, et il en déduit, aussi sans calcul, le potentiel relatif à un point extérieur à l'aide des points conjugués, c'est-à-dire en regardant la sphère comme le lieu des points dont le rapport des distances à deux points fixes est constant. Il obtient ainsi très facilement les théorèmes classiques de Newton.

Après avoir vérifié que le potentiel ne change pas brusquement quand on traverse la surface, mais qu'il en est autrement de l'attraction, il montre, de suite, que cette double propriété appartient au potentiel et à l'attraction d'une surface quelconque.

De la surface sphérique on passe à la sphère pleine et annulaire.

Le chapitre est complété par quelques exercices très intéressants, notamment celui de la couche sphérique qui attire les points extérieurs comme si sa masse était concentrée en un point autre que son centre, emprunté à W. Thomson.

Je me permettrai une observation de détail : M. J. Bertrand prend soin de bien faire ressortir que la méthode qui lui permet de passer du potentiel de la surface sphérique relatif à un point intérieur, à son potentiel relatif à un point extérieur, est spéciale à la sphère. Mais, en insistant sur ce point, il me semble avoir un peu dépassé sa pensée lorsque (page 8) il dit : « Les deux problèmes relatifs aux points intérieurs et extérieurs sont, en général, de difficulté inégale, et celui des deux qu'on a pu résoudre ne peut servir en rien à la solution de l'autre. »

» Les surfaces sphériques font exception, etc... »

Ce passage pourrait, je crois, être mal interprété par des débutants. Quand on a trouvé le potentiel d'une surface fermée quelconque relatif aux points intérieurs par exemple, et, par suite, relativement aux points de la surface même, le potentiel relatif aux points extérieurs est, par cela même, complètement déterminé, ainsi qu'il est établi au § 21 de ces leçons.

Il est donc possible (je ne dis pas facile) de faire, pour toutes les surfaces, ce que M. J. Bertrand a fait pour la sphère, c'est-à-dire de déduire le potentiel relatif aux points extérieurs de celui relatif aux points intérieurs.

On ne peut donc pas dire, au moins en principe, que la connaissance de ce dernier ne puisse servir en rien à la solution du premier, et que la sphère, à ce point de vue, constitue une exception.

CHAPITRE II. — LA FONCTION POTENTIELLE.

Ce qui a permis à M. J. Bertrand de présenter sous une forme très simple beaucoup de démonstrations, notamment en ce qui touche le potentiel, c'est que toutes les propriétés du potentiel, qui se rapportent aux points extérieurs au corps attirant, sont exprimées par des équations linéaires et homogènes relativement aux particules qui le composent.

Il en résulte qu'il suffit de les démontrer pour une seule particule, et, dans ce cas, elles sont, en général, évidentes. Dans ce cas, se trouvent :

1° L'équation de Laplace ;

2° Le célèbre théorème de Gauss, consistant en ce que la moyenne des valeurs d'un potentiel relativement aux divers points d'une surface sphérique coïncide avec sa valeur au centre de la surface, pourvu que celle-ci soit en dehors de la masse attirante, théorème que M. J. Bertrand montre, du reste, ne pas différer, au fond, du précédent.

Il est donc certain que tout ce qu'on peut déduire de l'un, se déduirait aussi de l'autre ; mais, avec quelle différence ! Le théorème de Gauss donne, en quelque sorte, à vue, les corollaires suivants :

(a) Le potentiel d'un corps relativement à un point extérieur ne peut avoir ni maximum, ni minimum ;

(b) Si le potentiel d'un corps est constant relativement à tous les points d'une surface fermée qui ne renferme aucune partie du corps, il est constant dans tout l'espace limité par la surface ;

(c) Si le potentiel d'un corps contenu tout entier dans une surface fermée est nul relativement à tous les points de la surface, il l'est relativement à tous les points extérieurs à cette surface ;

(d) Si deux corps contenus tout entiers dans une surface fermée, ont mêmes potentiels relativement à tous les points de cette surface, ils ont mêmes potentiels relativement à tous les points extérieurs à cette surface et, par suite même masse ;

(e) Si deux corps placés tous deux à l'extérieur d'une surface fermée ont mêmes potentiels relativement à tous les points de la surface, ils ont même potentiel relativement à tous les points intérieurs à cette surface ;

(f) On pourrait ajouter le théorème de Green, tellement capital que M. J. Bertrand lui consacre le chapitre suivant et qui est la suite immédiate des deux précédents.

Or, le théorème 2°, qui met ainsi en pleine lumière les conséquences que nous venons de résumer, est absolument évident quand le corps considéré se réduit à un point, et il est même manifeste que, dans ce cas, il ne diffère pas de cette proposition de Newton : que le potentiel d'une surface sphérique homogène relativement à un point extérieur est le même que si toute la surface était concentrée en son centre.

Étant ainsi évident pour un point, il l'est pour un corps composé d'un nombre quelconque de points.

M. J. Bertrand l'établit un peu différemment à l'aide d'une identité de Gauss dont il tire souvent parti.

3° On peut ajouter comme se déduisant simplement du cas où la masse attirante se réduit à un point, cet autre théorème de Gauss,

extrêmement utile aussi : que la somme $\int \frac{dV}{dn} d\sigma$ des composantes normales des actions exercées sur tous les éléments $d\sigma$ d'une surface fermée quelconque, à laquelle on attribuerait la densité uniforme 1, est nulle, si aucune partie du corps ne se trouve à l'intérieur de la surface.

Ce théorème aussi est équivalent à l'équation de Laplace, dont M. Bertrand le déduit par des intégrations partielles que la démonstration directe de Gauss évite, mais qui sont si utiles à connaître que je ne suis pas surpris que l'auteur se soit un instant départi, pour les donner en exemple, de son principe d'éviter les intégrales non indispensables.

Les énoncés de ces divers théorèmes se modifient quand on envisage le potentiel relativement à des points faisant partie du corps attirant. Mais les deux théorèmes de Gauss peuvent toujours se démontrer simplement.

L'équation de Laplace se transforme en celle de Poisson, que M. J. Bertrand établit par le procédé dû à Gauss, qui consiste à le vérifier, ce qui est immédiat, pour la sphère homogène. Par là, il se trouve tout démontré pour tout corps homogène, et, par une extension facile, pour les corps quelconques.

C'est, d'ailleurs, toujours à l'immortel mémoire de Gauss (1) qu'il convient de revenir en cette importante et délicate matière. C'est d'après lui aussi que M. J. Bertrand établit ce théorème, fondement de l'électrostatique, comme de plusieurs branches de l'analyse et de la physique mathématique : on peut toujours, et d'une seule manière, répartir une masse attirante sur une surface fermée donnée, ou plus généralement sur les surfaces fermées limitant un espace à connexité multiple, de façon que le potentiel de la masse soit arbitrairement donné en chaque point de ces surfaces (2).

(1) Allgemeine Lehrsätze in Beziehung auf die im verkehrten Verhältniss des Quadrats der Entfernung wirkenden Anziehungs- und Abstossungskräfte.

(2) On sait que Dirichlet a, depuis, donné, de cette proposition, une autre démonstration basée sur le célèbre théorème qui porte son nom.

Les deux démonstrations supposent l'existence d'un maximum ou d'un minimum, existence au sujet de laquelle les géomètres, dans leurs exigences actuelles de rigueur, ont fait certaines réserves. Mais c'est là une discussion de pure analyse qui n'aurait pas sa place ici.

(1) Le potentiel ainsi entendu est donc, au signe près, l'énergie potentielle du système attirant.

CHAPITRE III. — SURFACES SANS ACTION SUR LES POINTS INTÉRIEURS.

Ce magnifique théorème paraissait comme un défi jeté aux géomètres. Il leur indiquait qu'un problème est possible, il est capital en électricité et sa solution restait inaccessible sauf dans le cas d'une sphère.

Le cas où il serait le plus utile d'en connaître la solution, c'est celui où on demanderait de distribuer la matière sur les surfaces données, de façon que son potentiel reste constant en tous les points de chacune d'elles.

Poisson, dans son magistral mémoire sur la distribution de l'électricité sur deux sphères, l'a résolu pour deux parcelles surfaces.

Les travaux de Maclaurin, de Legendre, de Gauss, d'Ivory, etc., sur l'attraction des ellipsoïdes, ont permis de le résoudre pour un ellipsoïde.

Le théorème suivant, dû à Green, en donne une infinité de solutions nouvelles :

Si, sur une surface de niveau $V = C$ supposée formée d'une masse attirante quelconque, on répartit une couche de matière, en lui donnant en chaque point la densité superficielle

$$\rho = -\frac{1}{4\pi} \frac{dV}{dn}$$

n étant la normale extérieure, cette couche de matière exerce sur les points extérieurs à la surface, la même action que la partie de la masse attirante placée dans son intérieur, et sur les points intérieurs à la surface, une action égale et contraire à celle exercée par la partie de la masse qui lui est extérieure.

Si donc la masse attirante est tout entière à l'intérieur de la surface, la couche de matière répartie sur celle-ci n'exercera aucune action sur les points qui lui sont intérieurs; son potentiel sera donc constant en ces points et, par suite, sur la surface elle-même.

Le problème de répartir une couche de matière de façon à remplir cette dernière condition est donc résolu, toutes les fois qu'on connaît les surfaces de niveau, c'est-à-dire la fonction potentielle V d'une masse attirante donnée. Or, il suffit de former cette masse avec un nombre limité de points pour que sa fonction potentielle s'obtienne sans intégration. On a donc ainsi la solution immédiate du problème dans un nombre illimité de cas.

Tout le reste du chapitre est consacré à des applications destinées à montrer le parti qu'on peut tirer de ce beau résultat, d'autant plus remarquable qu'il fournit, en même temps, sans intégration, l'attraction de la couche sur tous les points de l'espace.

Il est à peine besoin d'observer toutefois que le théorème ne fournit aucun moyen d'aborder de front la difficulté du problème *direct*, consistant à distribuer la matière sur une surface donnée d'avance. Celui-ci n'a été attaqué que par Poisson.

CHAPITRE IV. — LIGNES DE FORCE.

Nous appelons l'attention sur ce chapitre très bref et très instructif. On sait le rôle capital et éminemment pratique que jouent, depuis Faraday, les lignes de force dans les applications de l'électricité et de l'électromagnétisme.

Que les lignes de force, c'est-à-dire les trajectoires orthogonales des surfaces de niveau, donnent, en chaque point de l'espace, la direction de l'action exercée en ce point, cela est évident; mais Faraday leur fait aussi représenter la grandeur de cette action, ou, comme on dit, la grandeur du *champ électrique* ou *magnétique* lorsque les actions sont dues à l'électricité ou au magnétisme. Il mesure cette grandeur par le nombre des lignes de force qui traversent une surface donnée.

M. J. Bertrand montre que cette mesure est parfaitement exacte, mais seulement pour les actions inversement proportionnelles aux carrés des distances.

D'autre part, quand un fil conducteur traversé par un courant électrique, se déplace dans un champ magnétique, il éprouve une résistance, et on dit que le travail de cette résistance est mesurable par le nombre des lignes de force que le courant rencontre pendant son déplacement.

M. J. Bertrand cherche quelle est la loi la plus générale des actions entre courants et aimants pour laquelle cette proposition est exacte, et il trouve que c'est la loi déduite de celle de Biot et de Savart, c'est-à-dire de celle qu'on admet réellement comme existant entre un pôle magnétique et un élément de courant.

Ces quelques considérations, d'ailleurs très simples, sont de nature à rendre très précise la notion si utile des lignes de force.

CHAPITRE V. — ÉLECTROSTATIQUE.

En général, on ne rappelle pas assez les principes de l'électrostatique tels qu'il ont été établis par Coulomb et développés mathématiquement par Poisson. M. J. Bertrand n'a pas failli à cette tâche, et quoique je trouve le procès qu'il fait à ces principes un peu sévère, sa discussion n'en est pas moins très instructive.

Je commencerai par examiner ses objections.

Pour que les fluides électriques contenus à l'intérieur d'un corps conducteur soient en équilibre sous l'action de forces électriques quelconques, il faut et il suffit que le potentiel de ces forces soit constant relativement à tous les points de la surface du conducteur.

Alors il sera constant aussi dans tout l'intérieur de ce corps.

Que la condition est suffisante, cela est évident, parce que si elle est remplie, la résultante des actions en un point quelconque du conducteur est nulle.

Elle est aussi nécessaire: « En effet, dit Coulomb, dans un passage reproduit par M. J. Bertrand, si les actions en un point d'une masse métallique avaient une résultante différente de zéro, les molécules de fluides contraires, qui, par hypothèse, se trouvent accumulées

et réunies en chaque point de la masse, seraient sollicitées par des forces égales et contraires qui provoqueraient la séparation et détruiraient l'équilibre. »

M. J. Bertrand ne trouve pas l'assertion évidente: « Les fluides de noms contraires, dit-il, s'attirent. A distance infiniment petite, l'attraction est infiniment grande. Pourquoi cette attraction infinie sera-t-elle vaincue par la plus petite force? »

Cette attraction n'est infinie qu'en apparence; en fait, elle est infiniment petite. Si l'objection était valable, elle vaudrait pour tout point placé à l'intérieur d'une masse attirante continue, et cela n'est pas, comme on sait, et comme cela est établi aux § 28 et suivants des leçons de M. J. Bertrand, qui, du reste, semble lui-même ne pas insister lorsqu'il ajoute ceci: « Il faut ajouter, pour mettre en présence tous les éléments de la question, que la masse attirante, pour chaque portion d'électricité mise en liberté, est infiniment petite. »

M. J. Bertrand fait encore une autre observation: « Les fluides de même nom se repoussent; on conçoit donc, dit Coulomb, que le fluide libre sera transporté à la surface du corps, où il sera retenu par l'air environnant. »

» Cette raison sommaire, dit M. J. Bertrand, ne peut suffire. Les molécules des gaz se repoussent; on ne les voit pas, pour cela, s'accumuler à la surface du vase qui les contient.

» Le transport de l'électricité à la surface est, en réalité, dans la théorie de Poisson, accepté comme une vérité d'expérience. »

Que la raison sommaire donnée par Coulomb ne soit pas probante, c'est certain; mais la théorie de Poisson ne me semble pas être dans le même cas, puisque c'est l'équation même de Poisson:

$$\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = -4\pi\rho$$

qui montre que si le potentiel V est constant et, par suite, ses dérivées nulles à l'intérieur du conducteur, il en est de même de la densité électrique ρ .

C'est parce que le potentiel des actions entre molécules gazeuses n'obéit pas à une équation comme celle-ci que, malgré leur action répulsive, elles ne se portent pas toutes à la surface de l'enceinte qui les renferme.

Je crois donc que les raisonnements réunis de Coulomb et de Poisson sont suffisants, étant admise l'hypothèse des deux fluides.

Cela n'ôte d'ailleurs rien à l'utilité de l'exercice qui consiste à montrer, comme le fait M. J. Bertrand, et comme l'a fait Maxwell, que, si on admet, à titre de fait expérimental, que le fluide se porte à la surface du conducteur, la loi de Coulomb s'ensuit.

Du théorème énoncé au commencement de ce paragraphe il résulte que si un nombre quelconque de conducteurs chargés à des potentiels donnés sont soumis à leurs actions mutuelles et aux actions de masses électriques fixes, la densité de la couche qui se formera à la surface de chacun d'eux devra être telle que son potentiel ait, en chaque point de cette surface, une valeur donnée.

Or, nous avons vu que les couches satisfaisant à ces conditions existent, et que le problème consistant à les trouver n'a qu'une solution. Ainsi, des conducteurs mis ainsi en présence d'autres corps conducteurs ou non finissent toujours par se mettre en équilibre électrique, et ils n'admettent qu'un seul état d'équilibre.

Cela est vrai, qu'ils soient chargés à des potentiels donnés, ou de masses électriques données.

Si les conducteurs ne sont soumis qu'à leurs actions mutuelles, le potentiel de chacune des couches qui se forment doit être constant en tous les points de la surface qu'elle recouvre.

Le théorème de Green permet alors de résoudre le problème dans une infinité de cas. Parmi les exemples qu'en donne M. J. Bertrand, j'en citerai d'abord un dû à Maxwell; c'est celui d'un corps limité par deux calottes sphériques se coupant à angle droit et dont le résultat est très simple:

La couche électrique sur chaque sphère est formée d'une partie constante et d'une partie inversement proportionnelle au cube de la distance à un point fixe.

Sur la circonférence d'intersection des deux calottes la densité de la couche est nulle.

Lorsqu'on a plus d'un conducteur, la difficulté du problème direct de la distribution n'a en réalité, comme nous l'avons dit plus haut, pu être vaincue que dans un seul cas: celui de deux conducteurs sphériques, et c'est à Poisson qu'on doit cette belle solution. M. J. Bertrand donne et établit très élégamment les résultats numériques les plus intéressants du mémoire de son illustre devancier.

Dans ce qui précède, on a implicitement supposé les conducteurs pleins.

Le cas où ils sont évidés s'y ramène immédiatement, comme l'a indiqué pour la première fois Faraday, par une divination que la théorie mathématique confirme. Sous la désignation de 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e théorèmes de Faraday, M. J. Bertrand établit des résultats qui peuvent se résumer en ceci:

1^o Si un conducteur chargé d'une masse électrique E porte une ou plusieurs cavités dans lesquelles sont placés des isolants fixes chargés en tout d'une masse électrique M , sa surface extérieure se recouvre d'une couche électrique identique à celle qui se produirait s'il était plein et chargé de la masse électrique totale $E + M$.

Son action sur les corps extérieurs est aussi pareille à celle du conducteur plein.

Sur la surface intérieure se dépose une couche de masse $-M$ équilibrée par l'isolant $+M$.

2^o Les corps extérieurs agissent sur un conducteur creux comme s'il était plein.

Ainsi, supposons deux conducteurs creux portant dans leurs cavités

respectives des masses électriques $+M$ et $-M$. On les réunit par un fil. Qu'arrivera-t-il? Il arrivera d'après 1° que le système sera neutre.

Viennent ensuite quelques théorèmes de Maxwell, dont le plus important pourrait s'énoncer ainsi :

Si un système de conducteurs chargés de masses électriques données :

$$E_1, E_2, E_3 \dots$$

d'où résulte sur chacun d'eux un potentiel constant :

$$V_1, V_2, V_3 \dots$$

l'énergie potentielle W du système est une fonction homogène et du second degré des masses E_i , dont les dérivées partielles $\frac{dW}{dE_i}$ donnent

les potentiels V_i ou inversement : W est une fonction homogène du second degré des potentiels V_i , dont les dérivées donnent les masses E_i .

Enfin, le chapitre se termine par une théorie très simple de la bouteille de Leyde, abstraction faite de l'influence du diélectrique.

CHAPITRE VI. — LES AIMANTS

Ce chapitre contient des indications sommaires sur la théorie de Poisson et sur le magnétisme terrestre. On y montre, d'après Gauss, comment la composante horizontale de l'action terrestre suivant le méridien étant donnée, la composante perpendiculaire s'ensuit.

M. J. Bertrand fait observer qu'il est inutile que les méridiens soient issus du pôle magnétique terrestre. Ils peuvent partir d'un point fixe quelconque, sans que le résultat soit modifié, ce qui le rend pratique.

CHAPITRE VII. — LES COURANTS

Ce chapitre contient les premières notions générales sur les courants ; les conditions de rupture d'équilibre pour les produire ; les lois d'Ohm et de Joule ; les théorèmes de Kirchhoff sur les réseaux de conducteurs, et un théorème équivalent dû à Gauss.

Les principes sont appliqués à la recherche du travail maximum pour une force contre-électromotrice donnée, ou pour une résistance donnée ; au problème de Thomson sur le diamètre le plus économique d'un conducteur ; enfin, aux piles avec éléments assemblés en série ou en quantité.

Il y a une chose que je n'ai pas bien saisie dans ce chapitre : c'est la raison qui, lorsqu'il s'agit des courants, fait que M. J. Bertrand préfère le mot *tension* au mot *potentiel*. Je crois qu'on peut conserver le mot *potentiel* avec le sens qu'il a en électricité statique.

CHAPITRE VIII. — ACTIONS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

Ce chapitre est un des plus élégants du volume. On peut le lire d'un bout à l'autre sans mettre la plume à la main et, par la façon dont on y passe des lignes de force à l'angle solide de Gauss, il ne peut que causer une égale satisfaction aux Ingénieurs et aux hommes de science.

Après avoir indiqué les expériences qui conduisent à admettre la loi élémentaire de Biot et Savart pour l'action d'un pôle magnétique sur un élément de courant, et à admettre que la réaction de l'élément de courant sur le pôle est égale et contraire à l'action, c'est-à-dire doit être regardée comme appliquée à l'élément lui-même, on en déduit de suite que la règle de Biot et Savart s'étend à un champ magnétique quelconque, ce qui permet d'écrire les composantes de l'action d'un champ magnétique sur un élément de courant (1).

On montre ensuite qu'un circuit fermé plongé dans un champ magnétique a un potentiel qui n'est autre que le nombre de lignes de force qui le traversent.

Si le champ se réduit à un pôle μ , ce potentiel devient l'angle du cône ayant le point μ pour sommet et le circuit pour directrice.

On en déduit : 1° que si le circuit est infiniment petit, il produit la même action qu'une aiguille aimantée infiniment petite ; 2° que si le circuit est fixe, il équivaut à un feuillet aimanté ; 3° qu'un solénoïde équivaut à une ligne aimantée.

CHAPITRE IX. — LES ACTIONS ÉLECTRO-DYNAMIQUES

Ce chapitre est aussi élégant et aussi intéressant que le précédent.

C'est Ampère, comme on sait, qui a donné le premier une loi des actions entre deux éléments de courant expliquant tous les faits connus. Depuis, on a reconnu qu'il en existe une infinité d'autres remplissant la même condition. Parmi elles, il y en a une plus simple que les autres et, à certains points de vue, plus vraisemblable, attribuée, en France du moins, à Reynard.

M. Bertrand observe qu'elle a été donnée non seulement par Gauss, mais, ce qui est beaucoup moins connu, par Ampère lui-même. Seulement Ampère la rejetait comme contraire au principe de l'action et de la réaction qu'à tort ou à raison il regardait comme aussi inséparable des actions à distance que des actions au contact.

M. J. Bertrand donne d'abord un moyen très ingénieux d'arriver à

(1) Lorsque, il y a quelques années, j'ai exposé cette théorie, quand j'avais l'honneur de suppléer à M. J. Bertrand, j'ai énoncé la loi de Biot et Savart ainsi :

Soient μ un pôle magnétique et $ab=ds$ un élément linéaire traversé, de a vers b par un courant d'intensité i , et soit r la distance entre les points μ et a .

L'action du pôle μ sur l'élément ds est égale en grandeur, direction et sens, au moment de la force $\frac{i\mu}{r^2}$ issue de l'origine a de cet élément, par rapport à son extrémité b .

D'où on conclut, sans autre explication et en vertu du théorème sur les moments des lignes concourantes, que l'action d'un champ magnétique représenté en a par la force G , est en grandeur, direction et sens, le moment de la force iG par rapport au point b , les moments étant portés à la gauche de l'observateur dirigé suivant la force, ce qui donne les composantes de l'action sans ambiguïté de signe.

cette loi. Il consiste à attribuer à chaque élément d'un courant les propriétés électromagnétiques que nous avons reconnues à un courant fermé.

Il passe ensuite à la recherche de la loi d'Ampère ; il montre qu'en admettant avec l'égalité de l'action et de la réaction, ce fait qu'un courant fermé infiniment petit (courant élémentaire) exerce sur un élément de courant une action normale à ce dernier, ce qui est établi puisque un courant élémentaire équivaut à une petite aiguille aimantée, on arrive à la loi d'Ampère, à une fonction arbitraire près de la distance entre les deux éléments de courant en présence.

Puis, en invoquant les résultats obtenus sur les solénoïdes, on détermine la formule d'Ampère à un facteur près, qui ne dépend que des unités adoptées.

On sait que Gauss a cherché à expliquer les phénomènes électriques en attribuant à deux particules électriques en mouvement une action dépendant non seulement de leur distance, mais aussi de leur vitesse ; cette action aurait pour expression :

$$T = \frac{ee'}{r^2} \left\{ 1 + k \left[u^2 - \frac{3}{2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 \right] \right\}$$

e, e' étant les masses de deux particules en mouvement ; r leur distance à l'instant t ; u leur vitesse relative à ce même instant.

En considérant un courant électrique comme produit par deux flux, l'un de fluide positif, l'autre de fluide négatif, cheminant avec des vitesses en chaque point égales et contraires, on déduit de là pour l'action de deux éléments de courant, la loi d'Ampère.

Depuis, Weber a proposé à la place de la formule de Gauss, la suivante :

$$T = \frac{ee'}{r^2} \left\{ 1 + k \left[r \frac{d^2r}{dt^2} - \frac{1}{2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 \right] \right\}$$

qui conduit au même résultat.

M. J. Bertrand observe que pour deux particules e et e' , assujetties à suivre deux lignes droites avec des vitesses constantes, les deux lois sont identiques.

Cette remarque de M. J. Bertrand explique que les deux formules doivent donner des résultats identiques, si on les applique aux courants.

Mais il est évident qu'elles n'en sont pas moins différentes pour deux points libres, et celle de Gauss paraît, en ce cas, inadmissible, comme contraire au principe de la conservation de l'énergie, tandis que celle de Weber y satisfait ; car sa force T dérive du potentiel :

$$V = \frac{ee'}{r} \left\{ \frac{k}{2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 - 1 \right\}$$

Cette circonstance ne paraît pas toucher M. J. Bertrand. « En admettant, dit-il, ce qui semble bien loin d'être justifié, qu'il y ait lieu de choisir entre les deux formules, l'existence d'un potentiel semble une circonstance fort indifférente. La raison pour laquelle, en effet, un potentiel est présenté comme une condition nécessaire, a pour origine l'impossibilité acceptée du mouvement perpétuel.

» Pourquoi d'ailleurs repousser l'idée du mouvement perpétuel, quand il s'agit de l'action mutuelle des courants ? Un travail continu, nous l'avons souvent répété, est nécessaire pour entretenir un courant ; pourquoi ce travail n'engendrerait-il pas une force vive toujours croissante ? »

L'objection ne me semble pas porter ; car il s'agit ici d'une loi qui, si elle est exacte, doit être universelle et applicable non seulement à des particules faisant partie d'un courant linéaire, mais à deux particules libres et en mouvement sous leurs seules actions mutuelles, comme deux corps célestes le sont sous les actions newtoniennes, et, par conséquent, on ne peut pas admettre une loi qui, comme celle de Gauss, conduirait alors au mouvement perpétuel, tandis qu'on peut accepter à ce point de vue celle de Weber.

CHAPITRE V. — QUELQUES APPLICATIONS

On trouve dans ce chapitre des applications des deux précédents : L'action du magnétisme terrestre sur un courant plan mobile autour d'un axe ;

L'action d'un courant circulaire sur un pôle magnétique situé sur son axe, dont on déduit le principe du marteau-pilon électrique de M. Marcel Deprez ;

Enfin les actions mutuelles de deux courants élémentaires ou de deux aimants infiniment petits ;

CHAPITRE XI. — THÉORIE DE L'INDUCTION

M. J. Bertrand montre d'abord, par quelques calculs simples, que si deux courants s'approchent ou s'éloignent l'un de l'autre, il doit se produire quelque modification intérieure dans chacun d'eux.

En langage ordinaire, sa démonstration peut, je crois, être présentée ainsi :

Considérons deux courants constants dont les circuits sont fixes. Pour maintenir chaque courant constant, on dépense un travail qu'on peut entièrement récupérer sous forme de chaleur dans son circuit.

Laissons à présent l'un des deux circuits libre de se mouvoir, l'autre étant maintenu fixe.

Le circuit mobile s'approchera ou s'éloignera du circuit fixe sous l'influence des actions électro-dynamiques qu'ils exercent l'un sur l'autre ; il se produira ainsi un travail que j'appellerai T .

Si, par suite du mouvement qui occasionne ce travail, rien n'était changé dans les circuits, ni les intensités des courants, ni la chaleur qui en résulte, ce travail T pourrait être récupéré en sus de celui qu'on

dépense pour entretenir les courants ; ce serait la solution du mouvement perpétuel.

On doit donc admettre que le déplacement des circuits produit quelque modification dans l'état des fluides qui les traversent.

Ce qui se produit, on le sait depuis les expériences de Faraday : c'est une modification dans les intensités des courants, et uniquement cela.

En admettant qu'il en soit ainsi, le principe de l'énergie suffit à déterminer a priori les lois du phénomène.

Mais M. J. Bertrand pense qu'on ne peut pas être certain a priori qu'il ne se produise pas autre chose, par exemple, une modification dans l'état calorifique des circuits sans modification correspondante dans les courants, ce qui rendrait le principe de l'énergie impuissant à résoudre, à lui seul, le problème, sans le concours de l'expérience.

On ne se compromet pas beaucoup aujourd'hui, en affirmant que cela n'est pas probable. Je le crois cependant : car si, dans toutes les circonstances imaginables, on a reconnu qu'un courant I traversant une résistance R , produit une quantité de chaleur RI^2 , il n'est pas vraisemblable qu'il en soit autrement ici et qu'ici il en produise une quantité moindre : $RI^2 - x$.

La discussion de M. J. Bertrand n'en est pas moins instructive pour le lecteur, qu'elle amène à envisager la question de l'induction sous toutes ses faces.

Une fois admis que la variation des courants est la seule chose qui se produira, l'auteur en déduit très rapidement et sous forme élégante les lois de l'induction. Il les énonce à l'aide des lignes de force et applique les résultats à quelques exemples. Peut-être, pour les théoriciens, eût-il été bon d'ajouter l'expression analytique de ces lois, déduite de l'énergie potentielle de l'ensemble des deux courants.

CHAPITRE XII. — MACHINES ÉLECTROMAGNÉTIQUES.

Ce chapitre renferme les applications des théories qui précèdent à une étude sommaire et très-facile à suivre des principales machines électromagnétiques et même électrodynamiques, depuis celles de Pixii et Clarke jusqu'à celle de Gramme. On y trouve également des notions premières sur la théorie du transport de la force, ainsi que la théorie du double enroulement de M. Marcel Deprez.

CHAPITRE XIII. — LES UNITÉS ÉLECTRIQUES.

Je ne voudrais pas déflorer ce beau chapitre, en essayant de le résumer.

On a souvent, dans ces dernières années, exposé la théorie des unités électriques. L'exposition qu'on trouvera ici n'est pas inférieure à ce qu'on pouvait attendre du maître qui, bien avant qu'on s'occupât de ces questions, a su tirer si fréquemment et si ingénieusement parti des principes d'homogénéité en mécanique et en physique mathématique et, en particulier, en électricité, notamment dans la question des courants dans les lignes télégraphiques.

Si je ne suis pas resté trop inférieur à la tâche que je me suis imposée, j'aurai fait comprendre aux jeunes savants, comme aux ingénieurs qui désirent se consacrer à l'étude de l'électricité, que, dans ce volume de moins de 300 pages, ne renfermant pas un seul calcul laborieux, où les principes sont toujours éclairés par des exemples discutés avec soin, dont l'impression, d'ailleurs, est en tous points digne du texte, ils trouveront un enseignement aussi solide que fécond.

MAURICE LÉVY,
de l'Institut.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LA QUESTION DES TRAITÉS DE COMMERCE

La question des traités de commerce est, sans contredit, celle qui préoccupe le plus en ce moment le monde industriel et commercial.

Si l'année 1889 a été marquée par l'Exposition universelle dont le succès a dépassé toutes les espérances, l'année 1890 sera une année critique au point de vue de nos relations commerciales avec les pays étrangers.

Il n'y a pas de question plus importante, plus grave, mais en même temps plus difficile, plus compliquée, plus controversée et qui soulève de plus ardentes compétitions d'intérêts que celle des tarifs de douane et des traités de commerce, car il s'agit des intérêts vitaux du pays et de la fortune de la France. En effet, suivant les solutions qui prévaudront, notre industrie nationale, si atteinte depuis quelques années par la crise qui sévit sur la plupart de ses branches, pourra reprendre un nouvel essor et reconquérir la prospérité d'autrefois.

La France est actuellement liée avec un grand nombre de nations étrangères par des traités de commerce, conclus à des époques différentes et qui peuvent se diviser en deux catégories :

1^o Ceux qui comportent des réductions de droits sur notre tarif général de douanes ;

2^o Ceux qui ont principalement pour objet l'égalité réciproque de condition entre nos nationaux et ceux des pays contractants, et qui contiennent la clause dite « clause de la nation la plus favorisée ».

Cette clause est en général libellée de la façon suivante :
« Chacune des parties contractantes s'engage à faire profiter l'autre de toute faveur, de tout privilège ou abaissement dans les tarifs des droits à l'importation ou à l'exportation des produits du sol ou de l'industrie, que l'une d'elles a accordés ou pourrait accorder à une tierce puissance. Elles s'engagent, en outre, à n'établir l'une envers l'autre aucun droit, ou prohibition d'importation ou d'exportation qui ne soit applicable aux autres nations. »

Cette clause a été l'objet de vives critiques et de nombreuses protestations, notamment de la part des Chambres de commerce. Elle a pour effet de généraliser chacune des concessions du tarif conventionnel ; aussi a-t-elle été adoptée avec empressement par les libre-échangistes. L'existence de cette clause a cependant empêché la conclusion de nombreuses conventions et elle sera encore l'un des arguments les plus puissants qu'on fera valoir contre le renouvellement des traités.

Les traités de la première catégorie sont les plus importants, mais aussi les moins nombreux ; ils cesseront tous de produire leurs effets à partir du 1^{er} février 1892, s'ils sont dénoncés douze mois à l'avance, c'est-à-dire avant le 1^{er} février 1891. Ce sont les traités conclus avec les pays suivants.

Pays.	Date des traités.	Date des ratifications.	Échéances.
Belgique.	31 octobre 1881	12 mai 1882	1 ^{er} février 1892.
Portugal.	49 décembre 1881	13 mai 1882	—
Sweden et Norvège.	6 mai 1882	13 mai 1882	—
Suède et Norvège.	30 décembre 1881	12 mai 1882	—
Espagne.	6 février 1882	12 mai 1882	—
Suisse.	23 février 1882	12 mai 1882	—
Pays-Bas.	19 avril 1884	8 août 1885	Sans fixation de durée. Ce traité cessera de produire ses effets un an après sa dénonciation.

Outre les réductions de droits sur notre tarif général des douanes, ces six traités contiennent la clause de la nation la plus favorisée ; ils constituent par suite dans leur ensemble et pour tous les produits qui y figurent, le tarif minimum qui est applicable à toutes les nations avec lesquelles nous avons un traité de commerce renfermant la clause de la nation la plus favorisée.

Le traité de commerce conclu avec l'Italie, le 3 novembre 1881, portait aussi un certain nombre de réductions de tarifs pour divers produits. En vertu de l'une de ses dispositions (art. 18) qui donnait à chacune des parties contractantes la faculté de faire cesser les effets de cette convention à partir du 1^{er} janvier 1888 en la dénonçant douze mois à l'avance, l'Italie a dénoncé ce traité au mois de décembre 1887. Diverses tentatives en vue de la conclusion d'une nouvelle convention avec ce pays n'ont point abouti, et non seulement nous sommes sous le régime du tarif général des douanes, mais il y a eu en outre des relèvements de tarifs pour les produits importés de chacun des pays dans l'autre.

Les traités de la seconde catégorie, c'est-à-dire ceux qui, ne contenant pas de réductions de tarifs, assurent seulement à chacune des parties contractantes le régime de la nation la plus favorisée, ont été conclus à des époques variées et expirent à des dates différentes ; mais leur échéance n'a qu'une importance secondaire, puisqu'à dater de l'expiration des traités de la première catégorie, ils cesseront de donner droit à des réductions de tarifs, jusqu'à la conclusion de nouveaux traités comportant des réductions de tarifs sur notre tarif général des douanes.

Les principaux de ces traités sont ceux qui ont été conclus avec les pays suivants :

Angleterre (convention du 28 février 1882, expire le 1^{er} février 1892), — Serbie (18 janvier 1883), — Autriche-Hongrie (18 février et 9 avril 1884), — Pays-Bas (19 avril 1884), — République dominicaine (9 septembre 1882), — République sud-africaine (10 juillet 1885), — Corée (4 juin 1886), — Mexique (27 novembre 1886, expire le 1^{er} février 1892), — Birmanie (18 juillet 1873, expire douze mois après sa dénonciation), — Russie (1^{er} avril 1874, valable jusqu'à l'expiration d'une année à partir du jour où la dénonciation en serait faite), — Turquie (29 avril 1861), — Brésil (8 janvier 1826), — Chili (15 septembre 1846 et 30 juin 1852), — Chine (27 juin 1858 et 25 octobre 1860), — Equateur (6 juin 1843), — Nouvelle-Grenade (15 mai 1856), — Japon (9 octobre 1858), — République de Liberia (17 et 20 avril 1852), — Madagascar (8 août 1868), — Mascate (17 novembre 1844), — Nicaragua (11 avril 1859), — Perse (12 juillet 1855), — Sandwich (29 octobre 1857), — Siam (15 août 1856), — Uruguay (18 avril 1836 et 19 août 1873), — Venezuela (25 mars 1843 et 24 octobre 1856).

Nos relations commerciales avec l'Allemagne sont aussi régies par la clause de la nation la plus favorisée qui a été introduite dans l'article 11 du traité de Francfort. Cet article est ainsi conçu :

« Les traités de commerce avec les différents Etats de l'Allemagne ayant été annulés par la guerre, le gouvernement français et le gouvernement allemand prendront pour base de leurs relations commerciales le régime du traitement réciproque sur le pied de la nation la plus favorisée. »

» Sont compris dans cette règle les droits d'entrée et de sortie, le transit, les formalités douanières, l'admission et le traitement des sujets des deux nations, ainsi que de leurs agents.

» Toutefois, seront exceptées de la règle susdite les faveurs qu'une des parties contractantes, par des traités de commerce, a accordés ou accordera à des Etats autres que ceux qui suivent : l'Angleterre, la Belgique, les Pays-Bas, la Suisse, l'Autriche, la Russie.

» Les traités de navigation, ainsi que la convention relative au service international des chemins de fer dans ses rapports avec la douane et la convention pour la garantie réciproque de la propriété des œuvres d'esprit et d'art, seront remis en vigueur.

» Néanmoins, le gouvernement français se réserve la faculté d'établir sur les navires allemands et leurs cargaisons des droits de tonnage et de pavillon, sous la réserve que ces droits ne soient pas plus élevés que ceux qui grèvent les bâtiments et les cargaisons des nations susmentionnées. »

Cet article ne fait mention que de six Etats et l'on pourrait en conclure, à première vue, que des faveurs peuvent être faites à de nombreux Etats sans que la France et l'Allemagne en profitent ; mais en réalité il n'en est rien, car les concessions importantes accordées à d'autres qu'à ces six puissances seront le plus souvent réclamées par celles-ci.

Cet article forme la base de l'un des arguments que l'on fait souvent valoir contre les traités de commerce actuels. Il est même des personnes qui pensent que si tous nos traités de commerce étaient dé-

noncés, l'article 11 du traité de Francfort cesserait de produire ses effets dans l'avenir, et que la France pourrait ensuite conclure de nouvelles conventions sans faire profiter l'Allemagne des concessions consenties à d'autres puissances. C'est une erreur absolue : l'article en question ne peut être abrogé que du consentement réciproque des deux nations ou à la suite d'une guerre ; jusque-là les deux pays jouiront de la réciprocité de traitement sur le pied de la nation la plus favorisée. Le seul moyen d'empêcher les produits allemands d'entrer chez nous en n'acquittant que les droits réduits accordés à la nation la plus favorisée, est de ne contracter avec aucune puissance étrangère de traité de commerce portant des réductions de tarifs.

Cet article a donné lieu à de nombreuses polémiques ; si ses adversaires sont nombreux, il ne manque pas non plus de partisans.

A la séance du Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie du 12 décembre dernier (1), M. Pouyer-Quertier — qui a pris, on le sait, une part importante, comme plénipotentiaire français, à la rédaction du traité de Francfort — a soutenu que ce serait une grande faute de renoncer aujourd'hui au bénéfice de l'article 11 :

« Cet article, a-t-il dit, engage l'Allemagne vis-à-vis de la France ; c'est grâce à cette clause que l'Union douanière allemande, que M. de Bismarck désirait instituer, n'a pu être réalisée. Si l'Allemagne demandait l'abrogation de l'article 11 du traité de Francfort, je monterais à la tribune du Sénat pour soutenir le maintien de cette disposition. »

A l'heure actuelle, tout le monde s'accorde pour reconnaître que notre régime économique doit être modifié et qu'il faut dénoncer les traités de commerce, qui ne répondent plus à la situation particulière de la France, ni à la situation réciproque de la France avec les Etats contractants.

En effet, il est incontestable que, depuis dix ans, il s'est accompli de grands changements au point de vue de la production industrielle. Des nations, qui n'étaient encore que pays consommateurs, sont devenues productrices et même exportatrices. A cette époque, l'Angleterre, la France, la Belgique et l'Allemagne, étaient les principaux pays producteurs ; mais depuis, l'Italie, la Russie, les Etats-Unis, l'Amérique du Sud, le Japon et bien d'autres nations, ont développé leur industrie nationale, qui a pris, dans ces dernières années, une importance suffisante pour leur permettre d'exporter leurs produits chez des peuples qui étaient autrefois nos clients.

Notre tarif général des douanes ne répond pas plus à la situation actuelle que les traités de commerce. Ce tarif a été établi en 1881, à une époque où les tendances, non seulement en France, mais aussi à l'étranger, étaient portées vers les principes du libre-échange. Depuis, un certain nombre de puissances auxquelles nous avons concédé le traitement de la nation la plus favorisée, se sont empressées de relever les droits de leur tarif général autant qu'elles le pouvaient, tandis que nous avons les mains liées et que nous voyons notre propre marché envahi peu à peu par les produits étrangers.

Dans cette situation, la dénonciation des traités de commerce s'impose ; mais il y a de nombreuses divergences en ce qui concerne le nouveau régime à adopter. La France doit-elle reprendre, purement et simplement, sa liberté d'action ? Doit-elle, au contraire, profiter de l'expiration des traités actuels pour en conclure de nouveaux, sur des bases rajeunies, et de façon par exemple que la clause de la nation la plus favorisée ne puisse plus être nuisible pour notre industrie nationale ?

La solution qui sera adoptée, intéresse non-seulement notre pays, mais encore la politique commerciale de l'Europe entière, car la plupart des traités conclus entre les nations étrangères expirent en 1892 ou à une date rapprochée, et l'on attend la solution qui sera admise chez nous pour les renouveler.

Le Gouvernement s'est déjà préoccupé de cette importante question. Il a réuni, à la date du 12 décembre dernier, le Conseil supérieur du commerce et de l'industrie, qui n'avait pas fonctionné depuis plusieurs années. Après une discussion importante, le Conseil a nommé une Commission, laquelle a élaboré un questionnaire qui a été adressé aux Chambres de commerce, aux syndicats, etc., et dont le texte a été publié dernièrement dans le *Génie Civil* (2).

Nous tiendrons nos lecteurs au courant des discussions que vont soulever ces questions et nous leur ferons connaître les différentes solutions qui seront proposées (3).

ÉMILE BERT,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Docteur en droit,
Professeur à l'École commerciale de Paris.

INFORMATIONS

Chronique Parlementaire.

Le Parlement a repris ses travaux le 14 janvier. Il n'y a pas lieu d'être surpris si les dix jours qui se sont écoulés depuis lors n'ont vu se produire aucune de ces discussions fécondes en résultats et auxquelles les Ingénieurs et industriels sont particulièrement intéressés.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 8, p. 494.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 9, p. 218.

(3) Les bureaux de la Chambre des députés ont élu, le 28 janvier, la *Commission générale des douanes*. Cette Commission, qui se compose de 55 membres, sera chargée de statuer sur les projets que la Chambre lui aura renvoyés d'une façon spéciale ; en outre, elle aura, vraisemblablement, à examiner toutes les questions que soulève la prochaine expiration des traités de commerce et à se prononcer sur le régime économique qui devra être institué dans notre pays à la fin de l'année 1891.

Le début de chaque session est, d'après les règlements actuels de la Chambre et du Sénat, consacré à des travaux préparatoires, tels que la constitution du bureau provisoire et du bureau définitif, le tirage au sort des bureaux, etc. La session extraordinaire de 1889, ouverte le 12 novembre, a été close le 23 décembre, et tout cela avait dû être fait une première fois dès le début de cette session. Le temps consacré au travail législatif proprement dit se trouve donc forcément réduit, surtout lorsque des scandales comme ceux dont nous avons été récemment témoins viennent encore apporter le trouble dans les séances.

Nous avons, dans une chronique précédente, signalé le dépôt du projet de loi relatif à l'*adduction à Paris des sources de l'Avre*. La Commission chargée d'examiner ce projet a été élue le 24 courant, et elle renferme une majorité favorable à l'adoption de la proposition du Gouvernement. On peut donc espérer de voir trancher dans la session actuelle cette question restée depuis trop longtemps en suspens.

La loi relative aux *délégués mineurs* a été, dans la même semaine, l'objet de nouvelles délibérations au sein de la commission. On sait que cette proposition, née de l'initiative parlementaire en 1882, a été alternativement votée par les Chambres antérieures et le Sénat sans qu'on ait jamais pu arriver à un accord. La question est, en effet, fort épineuse, et nous avons vu avec plaisir le Ministre des Travaux publics déclarer qu'il était, en principe, absolument opposé à cette institution. Comme il l'a très justement fait remarquer, ces délégués, élus par les ouvriers, seront chargés d'inspecter les mines, sans posséder les connaissances techniques, souvent d'un ordre fort élevé, nécessaires pour juger de leurs bonnes ou mauvaises conditions d'exploitation. Tout au plus, pourront-ils donner quelques avis tirés de leur expérience journalière sur la sécurité du travail.

Or, il est à remarquer que, lors des grèves, cette question n'entre jamais en ligne dans les revendications des mineurs. C'est sur le taux des salaires et la durée des heures de travail que le conflit s'engage, et il est à craindre que les délégués mineurs, sortant par la force des choses du rôle que le projet de loi veut leur attribuer, n'interviennent dans ces questions, qui sont la véritable difficulté de l'époque actuelle. Nous ne voulons pas dire que cette intervention ne puisse être opportune dans certains cas, mais elle sera, dans tous les cas, extra-légale, et mieux eût valu, par suite, ne pas s'y exposer.

Le ministre, préoccupé, néanmoins, de ne pas voir se terminer par un avortement cette étude, qui a déjà pris tant de temps au Parlement, a demandé à la Chambre actuelle d'accepter le texte voté par le Sénat, et qui, en tout cas, offre moins d'inconvénients que celui précédemment adopté.

Le vote du projet de loi relatif au port du Havre a pris au Sénat un tour inattendu. Cette question, eu égard à son importance considérable, sera l'objet d'une étude séparée. Nous nous bornons à indiquer ici que l'ajournement de la discussion, qui paraissait prochaine, sera sans doute la conséquence des difficultés actuelles.

G. B.

Expositions de Vienne et d'Édimbourg.

L'Exposition universelle agricole et forestière, organisée par la Société impériale et royale d'agriculture de la Basse-Autriche, doit s'ouvrir à Vienne le 10 mai 1890. Les exposants français peuvent adresser au comité général d'organisation, jusqu'à la fin du mois de janvier, des demandes d'autorisation pour la construction de pavillons dans le parc qui entoure le palais central de l'Exposition. Les terrains affectés à ces constructions seront mis gratuitement à la disposition des intéressés.

Quant à l'Exposition internationale qui doit s'ouvrir à Édimbourg (Grande-Bretagne), en 1890, les exposants français pourront y adresser leurs demandes d'admission jusqu'au 1^{er} février 1890. Nous rappelons que cette Exposition comprend deux divisions : l'une réservée aux appareils et inventions électriques ; l'autre, ouverte à toutes les industries.

On peut s'adresser, pour obtenir les renseignements complémentaires et prendre connaissance du règlement de chacune de ces deux expositions, au ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies (Direction du personnel et de l'enseignement technique, bureau du personnel, du secrétariat et de l'enseignement technique commercial, 80, rue de Varenne).

La conférence maritime internationale de Washington.

Les travaux de la conférence maritime de Washington viennent d'être commencés sous la présidence de M. Cleveland.

Tous les Etats d'Europe y ont pris part, à l'exception du Portugal.

Le programme ne comprend pas moins de treize paragraphes, lesquels sortiront les règlements destinés à assurer la navigation et à éviter les accidents en mer. Les membres de la conférence auront également à fixer les signaux des sémaphores, la lumière des phares ; à rédiger les règlements des pilotes et des sauveteurs ; à décider quelles sont les conditions de construction et de tonnage qu'un navire doit remplir pour prendre la mer ; à tracer les lignes que doivent suivre les vapeurs à marche rapide, de manière à éviter les collisions.

La conférence soumettra à la ratification du gouvernement de chaque pays les règlements qu'elle aura élaborés et auxquels devront se soumettre les navigateurs.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

SOCIÉTÉ DE LA GRANDE TUILERIE DE BOURGOGNE

à Montchanin-les-Mines (Saône-et-Loire).

La Grande Tuilerie de Bourgogne, de Montchanin-les-Mines, a été fondée vers 1860 par M. Ch. Avril, sous la raison sociale A^{te} Georges et C^{ie} avec la commandite de M. Avril. Trois ans après, elle prenait le nom de Ch. Avril et C^{ie}, et enfin, en 1869, cet important établissement devenait la propriété complète de son fondateur.

A partir de cette époque, la Grande Tuilerie de Montchanin entre dans une ère de prospérité complète. La bonne direction qu'elle possède, ainsi que la qualité exceptionnelle de ses produits, lui attirent la faveur d'une nombreuse clientèle. Son avenir est dès lors assuré, et cette maison semble désignée pour prendre un des premiers rangs dans l'industrie des produits céramiques.

Devant l'énorme développement que cette affaire a pris en quelques

cette affaire, qu'une bonne direction et une parfaite connaissance des choses industrielles auraient dû, au contraire, porter à son apogée.

De sages concessions, des sacrifices nécessaires, pouvaient encore sauver la Société; mais la fatalité s'attachait à elle, le désarroi s'introduisit partout, la fabrication dégénéra rapidement, elle amena une diminution progressive des ventes, et la faillite vint enfin terminer cette lamentable agonie.

On était à la fin de 1886, l'usine de Montchanin fut mise en vente, et, après surenchère, elle resta entre les mains d'un petit nombre de capitalistes, qui la possèdent aujourd'hui. La suite de cette notice montrera quelle confiance justifiée la nouvelle Société peut, à nouveau, inspirer au public.

Ce préambule était nécessaire pour bien montrer au lecteur par quelles phases mouvementées a passé l'usine de Montchanin; comment, prospère pendant de longues années, elle a, plus tard, rapidement décliné, pour se reconstituer, enfin, après ces secousses violentes,

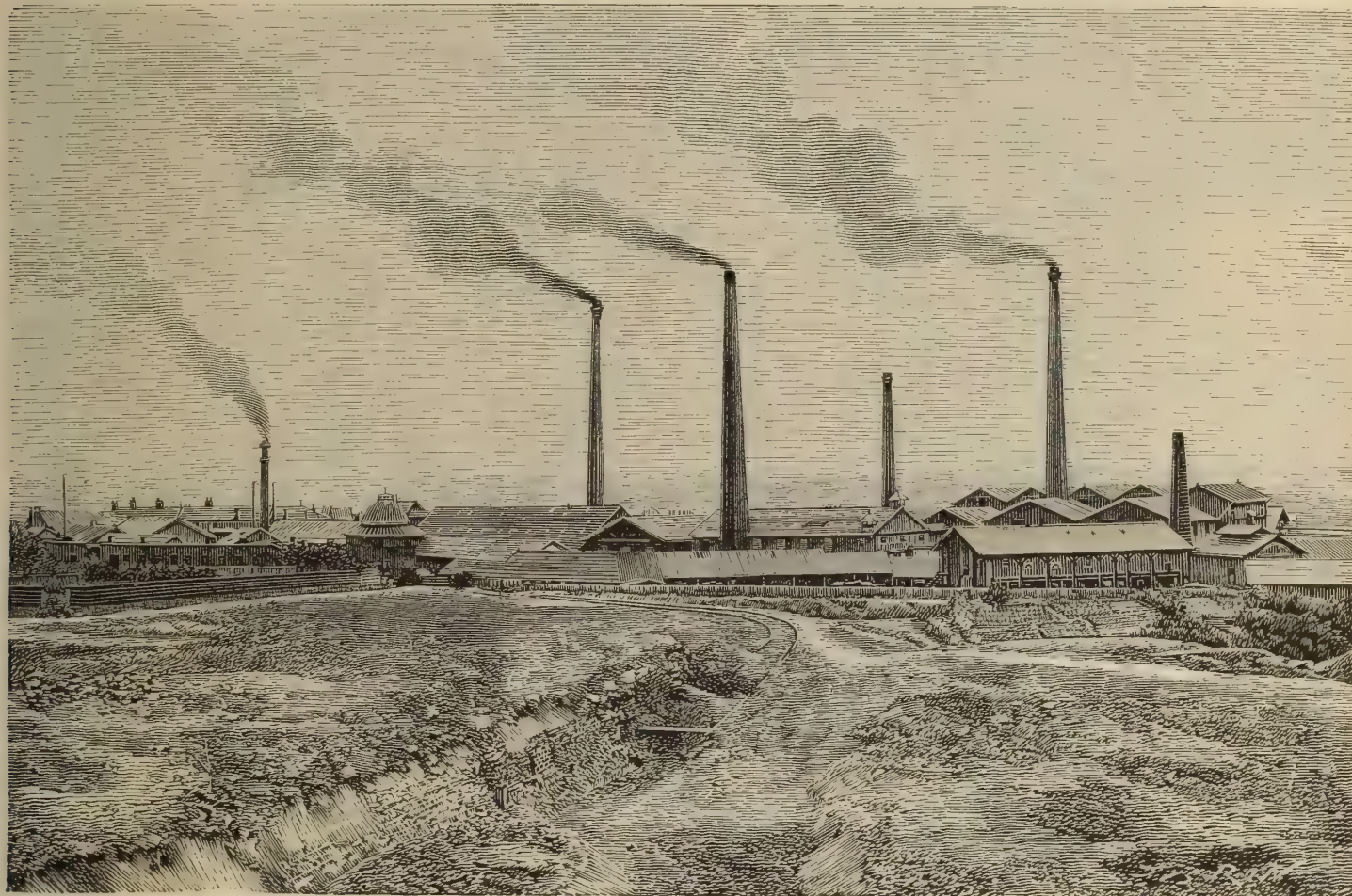


FIG. 4. — Vue générale de l'usine de la Société de la Grande Tuilerie de Bourgogne, à Montchanin-les-Mines (Saône-et-Loire).

années, M. Avril se décide à passer à d'autres la gestion d'une maison aussi importante, et, en 1878, l'établissement est vendu à la Société Française financière.

Qui ne se souvient de cette époque? Une véritable fièvre s'était emparée des capitaux français, et l'on ne voyait partout que Sociétés nouvelles montant des usines sur tous les points du territoire, et le faisant souvent, il faut l'avouer, sans aucun discernement. C'est que toutes ces fondations reposaient principalement sur des spéculations financières, dans lesquelles la partie purement industrielle n'était que secondaire, quand elle n'était pas complètement négligée. Les établissements ainsi fondés, avaient peu de vitalité; aussi recherchait-on souvent à opérer sur des industries bien assises et des maisons avantageusement connues. Sous ce rapport, la Grande Tuilerie de Montchanin offrait toutes les chances de succès.

La Société qui s'en était rendue acquéreur, bien moins soucieuse de conserver intacte la réputation de bonne fabrication, que de tirer de cette usine toute la valeur pécuniaire qu'elle pouvait représenter, commença par offrir au public les actions de la Grande Tuilerie de Montchanin pour une somme supérieure à celle d'achat; vint ensuite une première émission d'obligations, puis une seconde, destinée, disaient les circulaires, à la fondation d'une succursale à Courbéton, si bien qu'en quatre ans à peine, l'affaire devait un capital quadruple de celui d'achat, et se montant à 17 millions.

Le sort de la Société de la Grande Tuilerie de Montchanin fut celui de toutes les Sociétés analogues: chargées d'un capital excessif, les situations ne faisaient, tous les ans, qu'accuser des pertes plus grandes et creuser plus profondément le gouffre dans lequel avait été jetée

sur de nouvelles bases très solides, qui lui ramèneront son ancienne renommée.

La Société de Montchanin a, sur les usines similaires, des avantages marqués qui doivent lui assurer encore des années fructueuses, si surtout les actionnaires actuels, hommes rompus aux affaires, continuent à rester dans la bonne voie où ils sont entrés, à améliorer sans cesse leurs moyens de production, à se servir judicieusement du puissant outillage qu'ont accumulé leurs prédécesseurs.

Le capital est de 800 000 francs seulement, c'est-à-dire moins de $\frac{1}{20}$ de ce qu'il atteignait avant la catastrophe de 1886. Ce chiffre est extrêmement faible, si l'on considère l'avoir industriel considérable, et les propriétés rurales importantes qui appartiennent à la Société.

L'affaire de Montchanin est en effet complexe: elle comprend, outre l'usine proprement dite, un domaine de près de 300 hectares avec son exploitation agricole, et plusieurs cités ouvrières qui servent à loger ses 400 ouvriers.

Nous nous proposons de décrire successivement chacune de ces parties qui forment un tout absolument complet.

1^o Usine. — Lorsque, il y a bientôt 30 années, M. Avril se lançait dans la fabrication des tuiles, il ne s'attendait certes pas au développement énorme que devait prendre cette industrie alors nouvelle. Il résulte de là que son usine, établie pour une production restreinte, a dû être augmentée successivement sans qu'un plan initial ait prévu ces extensions que nécessitaient les demandes toujours croissantes de la clientèle. La symétrie, l'organisation méthodique des fours et des divers bâtiments, n'existent donc pas dans l'ensemble.

On est parvenu, néanmoins, à tirer un excellent parti de l'emplacement dont on disposait, à réduire au minimum la main-d'œuvre dans tous les services, et en fin de compte, à produire dans les meilleures conditions d'économie et de qualité.

Les plans ci-joints (fig. 2 et 3) montrent la position de chacun des éléments de cette immense usine, qui occupe une superficie de 5 hectares.

Avant de suivre les phases multiples de la fabrication, nous allons tout d'abord dire quelques mots des terres :

Les terres. — L'usine trouve dans les domaines, dont nous parlerons plus loin, les terres nécessaires à la fabrication de la tuile et des poteries de bâtiment; ces terres sont de l'espèce des argiles figulines, leur plasticité est essentiellement variable, et la consistance des produits est obtenue par des mélanges convenablement faits.

Leur coloration est généralement d'un brun rouge prononcé, qui indique la présence d'une notable proportion de peroxyde de fer. C'est à cette particularité qu'est due la belle couleur rouge des produits bien cuits de l'usine.

Dans leur situation géologique, ces terres se font remarquer par l'absence presque complète de stratification, le désordre géologique de leur gisement dérouté toutes les prévisions; il semble cependant que l'on se trouve en présence d'amas déposés irrégulièrement dans des poches de roches analogues non décomposées.

Ces terres sont extraites au pic ou à la pioche, elles se prolongent

Une autre analyse, faite tout récemment, est un peu différente; elle donne :

Silice	63,35
Alumine	17,20
Peroxyde de fer.	7,43
Magnésie.	0,94
Potasse.	1,58
Eau combinée.	9,32
	<u>99,82</u>

Enfin, divers essais faits à l'École polytechnique de Zurich sur les argiles cuites, n'ont décelé aucune trace de chaux pouvant être éteinte ou fusible, et la contenance en sels solubles, a été trouvée de 0,0912 % seulement, en état de chauffe à blanc.

Ces résultats concordent pour montrer un excès de silice qui est d'ailleurs à l'état libre, et que l'on peut voir à la simple inspection de la cassure des tuiles ou autres produits.

La présence de cette silice, ou plutôt de ce quartz, en petits fragments à arêtes vives, entre sans doute pour une bonne part dans les résultats remarquables que donnent les tuiles de Montchanin au point de vue de la résistance au choc ou bien sous l'action de la charge.

Les analyses montrent aussi l'absence complète de chaux, et c'est là certainement un point capital.

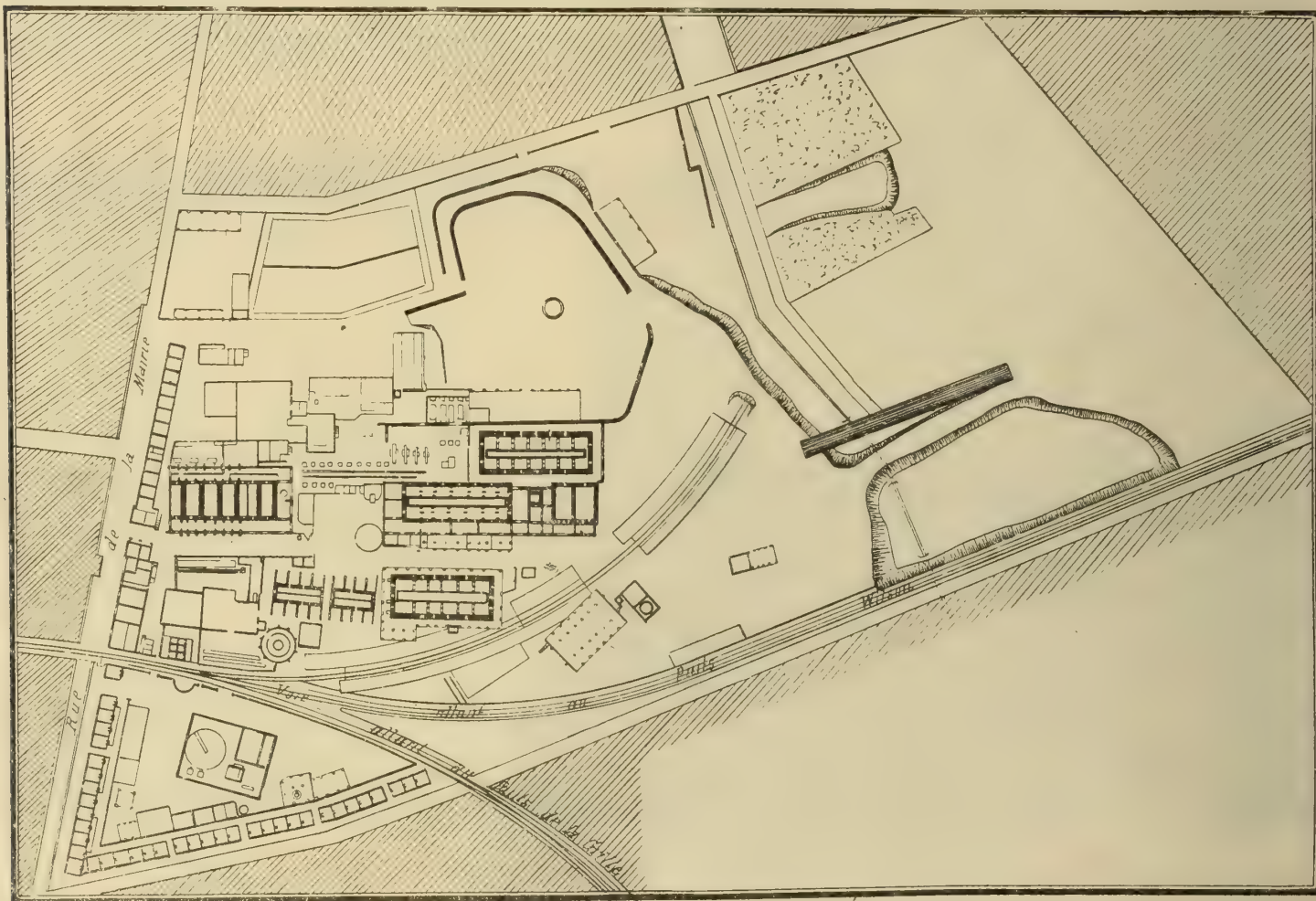


FIG. 2. — Plan général de l'usine de la Société de la Grande Tuilerie de Bourgogne, à Montchanin-les-Mines, et de ses dépendances.

presque partout en profondeur, mais la masse exploitable au-dessus des conduites à drainage est telle, que la Société n'a pas à se préoccuper de l'avenir de ce côté, et laisse tout ce qui nécessiterait un épuisement par pompes et autres engins.

Des parties rocheuses se trouvent souvent dans la masse des terres; on les contourne sans les attaquer, et elles n'augmentent pas sensiblement le prix de revient de l'extraction.

L'analyse chimique d'une terre ne fournit que des données très incomplètes; en particulier, elle indique bien imparfaitement l'état de combinaison des divers éléments qu'elle renferme, elle ne précise rien sur le groupement moléculaire. Cependant elle est utile à connaître au point de vue de la présence ou de l'absence de certaines matières.

Une analyse des terres de Montchanin, faite il y a quelques années, a donné, pour 100 d'argile desséchée :

Eau de combinaison.	8,90
Chaux.	traces
Silice	66,80
Alumine	15,58
Oxyde ferrique.	5,41
Magnésie.	1,25
Potasse	1,39
Soude	0,36
	<u>99,69</u>

La cuisson, en effet, en éliminant l'acide carbonique, donne de la chaux vive qui, sous l'influence des agents atmosphériques, augmente de volume, s'exfolie, détruit peu à peu les produits qui paraissent les meilleurs au moment du défournement, et cela malgré les pulvérisations les plus complètes, les mélanges les plus soignés.

Les argiles de Montchanin ont, enfin, un autre avantage, que l'expérience a depuis longtemps permis de constater; elles se tiennent bien au feu, ne se déforment pas, même à des températures dépassant 1200° centigrades, et auxquelles on obtient un commencement de fusion. Leur retrait total, depuis le moulage jusqu'au défournement, atteint de 8 à 10 %, suivant le degré de cuisson.

Les terres extraites des carrières de Montchanin sont amenées à l'usine dans des tombereaux attelés de bœufs, que fournit le domaine. Elles sont déposées en tas, soigneusement étendues et mélangées; puis on les laisse reposer pendant cinq ou six mois avant de les utiliser.

Ce repos prolongé, ce pourrissage amène un délitement progressif de la terre humide; il l'améliore dans une proportion très sensible, et on peut le considérer comme nécessaire toutes les fois que l'on tient à fabriquer des produits parfaitement homogènes et destinés à un long usage.

Le dépôt des terres, qui occupe à Montchanin près d'un demi-hectare, est divisé en deux parties: pendant que l'on commence un tas, l'autre se prépare.

Un réservoir d'eau central permet de donner le degré d'humidité voulu par des arrosages convenablement effectués.

Latéralement se trouve un hangar de 800 mètres carrés de surface, qui sert également à loger des terres, destinées à la fabrication, pendant les jours de pluie.

Le stock de terre à l'usine atteint toujours au moins 30 000 tonnes ; il a été à plus de 50 000.

Le prix de revient actuel de la terre ordinaire rendue sur le tas ne dépasse pas 0 fr. 90 par tonne.

Outre les tuiles et briques ordinaires, Montchanin fabrique également des produits réfractaires et des produits en terres de diverses qualités.

Ces terres spéciales sont entassées dans des fosses que l'on voit en AA ; elles arrivent aux appareils de préparation par des toiles sans fin animées d'un mouvement uniforme et continu.

Préparation des terres. — Le pourrissage constitue bien déjà une préparation des terres, mais l'on peut plus particulièrement désigner sous ce titre, les opérations de cylindrage et de malaxage qui précèdent immédiatement la fabrication.

La terre ordinaire est amenée par des wagonnets au bas d'une chaîne à godets, qui la déverse entre deux cylindres ébaucheurs ; elle subit un premier laminage, qui est suivi d'un second entre deux autres cylindres finisseurs plus rapprochés que les premiers.

Ces cylindres en fonte, montés sur un robuste bâti en tôle épaisse

tions que commande la pratique, lorsque la cuisson a été poussée à un haut degré, les effets destructeurs de la gelée ne se font pas sentir, même dans les conditions les plus défavorables, et les produits sont d'une beauté que ne peuvent égaler ceux obtenus par d'autres procédés, la surface est polie, les arêtes vives, la texture compacte et la résistance élevée.

Montchanin a pris un moyen terme : on y fabrique en pâte demi-dure, qui permet l'emploi des moules en fonte ; les produits, très beaux comme aspect, sont en même temps excellents comme qualité.

La pâte tendre avec moule en plâtre se travaille cependant à quelques presses, pour les clients qui, malgré les garanties que leur fournit l'usine, ont plus de confiance dans ce genre de fabrication.

La terre convenablement malaxée, ainsi qu'il a été dit, remonte par une deuxième noria au second étage de l'usine, elle tombe sur une traine horizontale qui la conduit au-dessus des quatre galettières doubles BBBB (fig. 3).

Ces galettières comprennent deux boîtes rectangulaires, boulonnées à un lourd bâti en fonte ; entre elles deux, tourne un arbre coudé muni d'une double bielle qui porte de chaque côté un piston, animé ainsi d'un mouvement alternatif. Les deux pistons chassent devant eux la terre que l'on introduit par une trémie dans les boîtes, et on la reçoit à l'état de galettes, de forme et d'épaisseur variables, suivant l'orifice de sortie qui lui a été ménagé.

Pour la tuile losangée de 13 au mètre, qui en cuisson moyenne a 412 millimètres de longueur et 241 millimètres de largeur, la galette

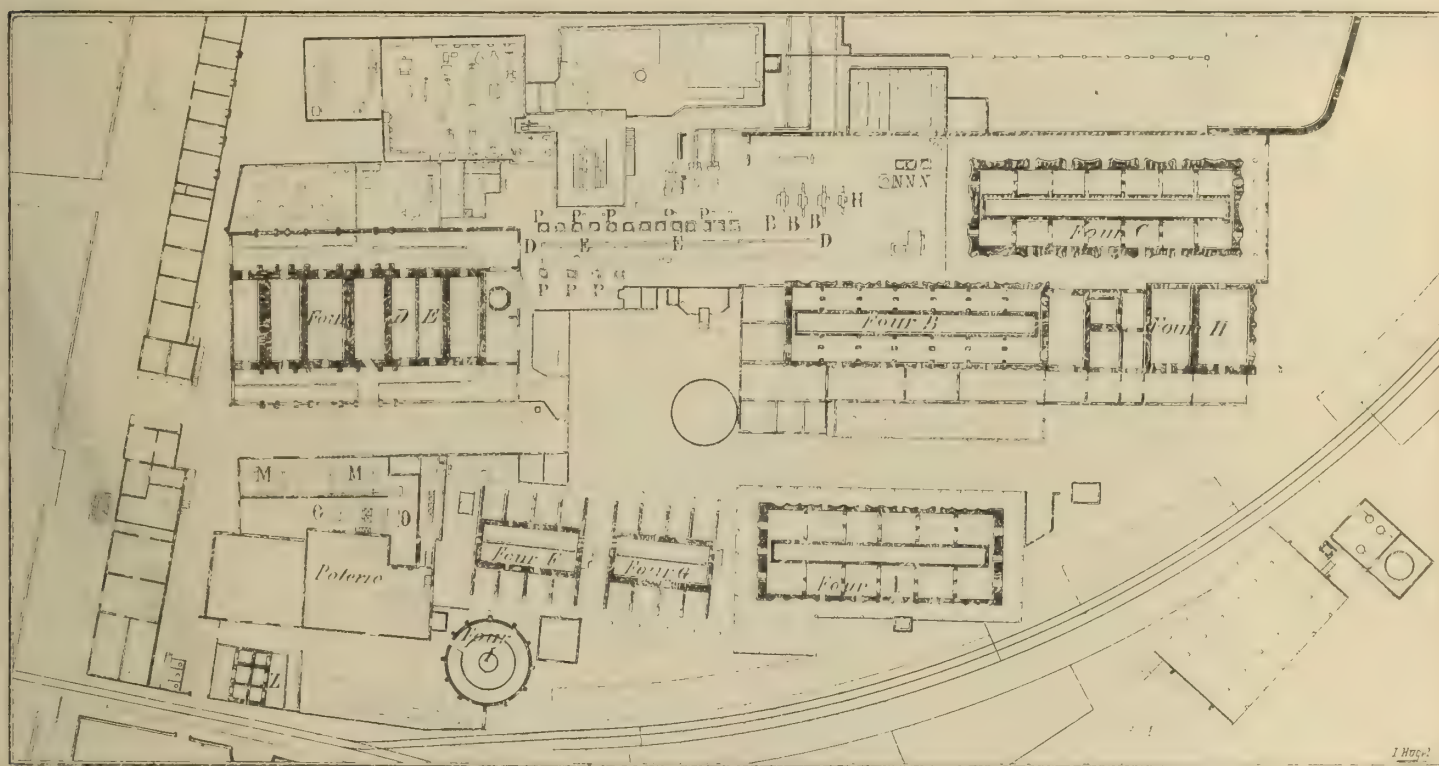


FIG. 3. — Plan des ateliers de la Société de la Grande Tuilerie de Bourgogne, à Montchanin-les-Mines.

et cornières, ont 0^m 800 de diamètre et 1 mètre de longueur de génératrice ; ils font par minute 60 tours pour les dégrossisseurs, et 120 pour les finisseurs.

La terre ainsi laminée, broyée dans un puissant appareil, tombe sur une courte traine qui la conduit à deux malaxeurs verticaux, où un pétrissage énergique et prolongé lui donne une homogénéité parfaite, que la couleur uniforme et la cassure régulière des produits verts décèlent parfaitement.

Les terres spéciales subissent les mêmes préparations dans d'autres cylindres, mais elles sont amenées par des toiles sans fin, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Fabrication. — La rivalité entre la fabrication en pâte dure et celle en pâte tendre, a fait l'objet de nombreuses controverses ; l'un et l'autre de ces deux modes d'opérer ont des partisans convaincus, et si la pâte molle semble plus en faveur aujourd'hui, la pâte dure n'est pas près de lui céder complètement le pas.

Avec la pâte molle, en effet, la nécessité d'employer des moules en plâtre, empêche d'avoir recours, pour le moulage, à de fortes pressions ; les détails des objets sont peu nets, manquent de finesse, les arêtes sont émoussées, la surface est rugueuse. De plus, la proportion d'eau mélangée à la pâte étant très élevée, après le séchage la porosité est plus grande ; cette porosité, jointe à la rugosité superficielle, facilite le développement des végétations sur les toits, l'eau peut alors séjourner davantage, imprégner les tuiles, et la gelée vient trop souvent réduire le tout en poussière.

La pâte dure exige, il est vrai, un peu plus de main-d'œuvre, elle nécessite des appareils plus puissants, afin de combattre la tendance au feuilletage ; mais, en revanche, lorsqu'on a pris toutes les précau-

à la forme d'un rectangle de 410 millimètres de longueur, 240 millimètres de largeur et 18 à 19 millimètres d'épaisseur.

Cette galette est déposée sur la traine horizontale DD, qui règne sous une table EE placée en avant des presses PPPP. Des enfants la graissent pour empêcher l'adhérence aux moules, puis la passent aux mouleurs, et d'autres enlèvent la tuile moulée pour la poser sur la table EE.

En avant de la table, une autre série d'ouvriers opèrent l'ébarbage des tuiles brutes et les placent sur les toiles sans fin horizontales et inclinées, qui les conduisent dans les divers séchoirs.

Les presses à mouler sont de puissants balanciers commandés par des disques de friction agissant sur un volant de 1^m 500 de diamètre, calé à l'extrémité supérieure d'une vis centrale qui porte la matrice.

Cet atelier, avec ses dix-sept presses pouvant produire chacune 3 000 tuiles par journée de dix heures, avec ses toiles sans fin montant dans tous les sens, son nombreux personnel toujours en mouvement, est vraiment remarquable. Tout y est admirablement compris, parfaitement coordonné, et nous ne pensons pas qu'aucune tuilerie en France puisse présenter quelque chose d'approchant.

Les quatre galettières ne produisent pas seulement la galette nécessaire au moulage des tuiles, elles donnent aussi celle qui sert à fabriquer les accessoires de couvertures, les carreaux de toutes formes, les briques de toutes dimensions.

Les accessoires de couvertures, tels que rives, arêtières, faitières, fleurons, etc., sont obtenus dans les trois presses NNN ; ils sont montés aux séchoirs par deux ascenseurs hydrauliques HH, mis en mouvement par un accumulateur Armstrong.

Les carreaux divers sont moulés au premier étage, à des presses

rebatteuses, qui fonctionnent à la main et reçoivent la galette par une traine inclinée.

Les briques sont moulées de la même façon, mais on les fait généralement sur les fours eux-mêmes, afin de n'avoir pas à les déplacer lors de l'enfournement.

Enfin, une partie du premier étage au-dessus de la fabrication est aussi occupée par le filage des briques creuses.

Séchage. — En suivant les produits divers sortant des presses, nous arrivons aux séchoirs, où un séjour prolongé amène l'élimination de l'eau d'interposition contenue dans l'argile moulée.

Le séchage est une opération délicate : si les tuiles sont surprises par la chaleur ou exposées aux courants d'air, la dessiccation inégale les fait fendre ou voiler ; les déchets sont alors considérables. Il faut donc agir avec méthode, tout en ayant soin, au préalable, de profiler les produits de telle sorte, que de grosses masses de terre ne soient pas voisines de parties étroites et minces, qui sécheraient plus vite.

Les séchoirs, comme de raison, sont superposés aux fours et utilisent leur chaleur perdue, mais, à l'usine de Montchanin, ils ont été construits avec de grandes précautions et presque avec luxe.

Le dessous du premier étage est plafonné sur toute son étendue, et des guichets, munis de portes coulissantes, permettent de répartir convenablement la température.

Les planchers sont doubles, de façon que la poussière ne les

Cette marche des deux galeries de front a, comme compensation, l'avantage de faciliter le posage dans les séchoirs, la pose pouvant se faire toujours au point le plus éloigné du feu, ce qui diminue les déchets.

Les fours actuels de Montchanin ne sont pas des types les plus récents et les plus perfectionnés ; en particulier, on n'y pratique pas l'enfumage préalable, ce qui oblige à faire passer à peu de distance de la grille en feu les produits dans les carreaux de la cheminée.

Néanmoins, la quantité de combustible qu'exige la cuisson est peu élevée, et en somme, ils rendent de bons services.

Le four B, qui consomme le plus de combustible, doit être reconstruit prochainement. On se propose de lui substituer un appareil étudié d'après les modèles reconnus les meilleurs aujourd'hui.

Il est à remarquer, toutefois, que l'on n'a pas intérêt, dans nos pays du moins, où la température moyenne est peu élevée, à utiliser d'une façon absolument complète, la chaleur à l'intérieur du four. Il est nécessaire, en effet, de pouvoir disposer d'une bonne température dans les séchoirs, afin de n'avoir pas à leur donner une énorme extension, qui, outre le capital qu'elle immobiliserait, augmenterait encore sensiblement la main-d'œuvre du posage et les manipulations des produits verts.

Somme toute, avec un four moins parfait, on peut avoir des séchoirs moins étendus, et on obtient de ce fait une sérieuse récupération.



FIG. 4. — Groupe des produits exposés par la Société de la Grande Tuilerie de Bourgogne à l'Exposition de 1889.

traverse pas. Les étagères sont bien comprises et disposées de telle sorte que les wagonnets vides et pleins ne se gênent pas mutuellement.

Les produits secs arrivent devant chacune des portes des fours par des descenseurs à freins qui réduisent au minimum la longueur des roulages.

Cuisson. — La cuisson constitue une des dépenses les plus importantes dans la fabrication des produits céramiques de faible valeur ; aussi le choix des fours doit-il être fait avec un soin tout particulier.

M. Avril, après les tâtonnements du début, avait adopté les fours continus système Gilardoni, qu'il a perfectionnés peu à peu. C'est ce type de four qui fonctionne encore, et il donne de bons résultats.

Le four C, le plus récent de l'usine, a les dimensions suivantes :

Longueur totale à l'intérieur du laboratoire.	42 ^m »
Largeur totale de chacune des deux galeries	5 ^m »
Hauteur utile sous clef de ces galeries	2 ^m 50

Ce four a 14 compartiments, dans chacun desquels on enfourne neuf montants de tuiles et autres produits.

En le supposant uniquement chargé de tuiles, il en renferme 82000.

Les autres fours de l'usine sont de dimensions légèrement plus faibles. Le four B contient, par exemple, 59 000, le four A 53 000 et le four D 62 000 tuiles.

Ces fours, qui fonctionnent au combustible solide, sont continus, mais on peut les faire marcher également d'une façon intermittente, en cuisant les deux galeries parallèles de front. La consommation de combustible alors augmente de ce qu'il faut pour l'allumage à chaque opération.

Le poids d'eau évaporée chaque jour, dans une tuilerie comme celle de Montchanin, est considérable.

Si l'on prend la tuile comme terme de comparaison, on peut remarquer qu'elle perd 580 grammes au séchage à l'air libre ; comme on moule au moins 30 000 tuiles en ce moment, c'est, par 24 heures, plus de 17 000 kilogr. de vapeur d'eau qui se déverse dans l'atmosphère.

En ajoutant tous les autres produits, il faudrait au moins doubler ce chiffre, et si l'on tient compte aussi de l'eau enlevée pendant la cuisson, on doit approcher du chiffre total de 50 000 kilogr. de vapeur d'eau qui s'élève journellement de l'usine.

Triages. — Nous venons de voir comment la terre, préparée d'abord, est moulée, séchée et cuite. Après cette opération, il ne reste plus qu'à défourner, trier, puis charger ou emmagasiner les produits.

A Montchanin, la direction actuelle apporte toute son attention aux triages ; aussi les produits de premier choix ne laissent-ils rien à désirer au point de vue de la planimétrie pour les tuiles, comme à ceux de la couleur et surtout de la cuisson.

Les essais rapportés ci-dessous et consignés dans un rapport de M. le professeur de Tetmajer, de l'Etablissement fédéral suisse, pour l'essai des matériaux de construction à l'Ecole polytechnique de Zurich, font d'ailleurs ressortir parfaitement la qualité des tuiles que livre actuellement la Société :

RAPPORT DE M. LE PROFESSEUR DE TETMAJER

1^o Examen. — Les tuiles livrées à l'essai, d'environ 24 centimètres sur 40 centimètres et d'un poids moyen de 3^k 20, possèdent une couleur régulière

et uniforme, brun rouge, un son clair, des faces lisses, des arêtes droites et des surfaces planes.

des tuiles. Après 2, 7, 11, etc., jours, les tuiles furent pesées après que leur surface eut été séchée, et ainsi fut déterminée la quantité de l'absorption.



FIG. 3. — Pavillon de la Société de la Grande Tuilerie de Bourgogne à l'Exposition de 1889.

L'assiette des tuiles est parfaite.

2° *Poids spécifique.* — Le poids spécifique de la masse est en moyenne, après deux essais concordants :

De 2,57, déterminé au pycnomètre ;

Et 2,65, déterminé au volumètre de Schumann.

3° *Contenance en chaux granulée.* — Des morceaux de tuiles soumis à l'action de vapeur d'eau en tension n'ont montré ni dissolution, ni bris.

Ainsi, la matière composant ces tuiles est libre de chaux (pouvant être éteinte ou fusible) ou de marne.

4° *Contenance en sels solubles.* — L'essai pour la détermination de la contenance en sels solubles a été fait suivant les conventions des conférences Munich-Dresde.

L'examen en question a donné :

0,0912 % de sels solubles en état de chauffe à blanc ; le reste de la solution contenait de l'acide sulfurique, de la chaux, de la magnésie, de la potasse et de la soude.

5° *Capacité en absorption d'eau.* — 4 morceaux complètement dépourvus d'eau, à une température de 110° C, ont été placés dans un réservoir d'eau, de telle façon que dans les premières 24 heures ils n'étaient couverts qu'à moitié par l'eau. Petit à petit, le vase fut rempli jusqu'à complète immersion

Le tableau suivant contient les résultats obtenus.

NOMBRES	POIDS à SEC	POIDS DES TUILES APRÈS				ABSORPTION	
		2 JOURS	7 JOURS	11 JOURS	18 JOURS	ABSOLUE	DE POIDS à SEC
	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	%
1	3.217	3.456	3.472	3.483	3.483	0,274	8,42
2	3.156	3.442	3.462	3.473	3.476	0,320	10,15
3	3.186	3.417	3.435	3.443	3.446	0,260	8,16
4	3.277	3.439	3.463	3.474	3.470	0,204	6,24
	42.836	SOMMES				4,444	13,66
	3.209	MOYENNES				0,286	8,92

L'absorption moyenne est donc de 8,92 % du poids à sec.

6° Porosité de la surface. — L'essai a été fait d'après la méthode Olschewski et a donné :

Par 10 centimètres carrés de surface et par heure, pour une pression de 150 millimètres en moyenne pour deux essais ;

Une absorption d'eau des tuiles sèches de 5,23 centimètres cubes.

7° Perméabilité. — A une pression de 200 millimètres, il n'y a pas eu égouttement de l'eau, même après une observation de deux jours de durée ; les tuiles de Montchanin peuvent en conséquence être considérées comme imperméables à la pression atmosphérique.

Pour la détermination de la perméabilité relative, des rondelles saturées d'eau ont été découpées dans des morceaux de tuiles et soumises, dans l'appareil de perméabilité de l'établissement, à une pression de 1 à 4 atmosphères.

Les essais ont donné par heure et par 10 centimètres carrés de surface essayée les résultats suivants :

Rondelles n°s	1	2	3	Moyenne
A 1 atmosphère de pression	0,021 ^{cm³}	0,023 ^{cm³}	0,021 ^{cm³}	0,0217 ^{cm³}
A 4 —	0,550	0,840	0,700	0,696 ^{cm³}

8° Faculté d'évaporation de l'eau. — Des tuiles saturées d'eau ont été disposées avec leurs parois sèches à l'air libre dans une chambre, de façon que l'air pût autant que possible évaporer l'eau.

Pour un séchage de l'air de la chambre de 1, 8 centimètres cubes observés à l'atmomètre, la perte d'eau fut, en 24 heures :

Par tuile, en moyenne de 173 grammes, c'est-à-dire 65 % de la quantité d'eau absorbée.

Ainsi les tuiles de Montchanin séchent relativement très vite.

9° Résistance. — Les tuiles de Montchanin ont été essayées uniquement au point de vue de leur résistance relative.

Dans ce but, elles ont été placées sur deux chevalets en fer, distants de 30 centimètres et, au moyen d'un système de levier, soumises dans leur milieu à une charge augmentant peu à peu.

Afin d'obtenir une assiette parfaite des tuiles soumises à l'épreuve sur les

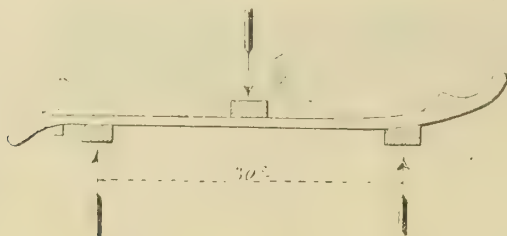


FIG. 6.

chevalets de l'appareil, elles reçurent sur le côté postérieur 2, sur le côté du devant 1 rebord en ciment portland de 2 centimètres d'épaisseur (fig. 6).

Les corps à essayer, ainsi préparés, furent placés pendant trois jours dans une armoire à une température de 110° C., et aussitôt placés sous l'appareil à courber et briser.

Pour déterminer la résistance au poids, des tuiles saturées d'eau, un même nombre de tuiles fut préparé après un bain de 26 jours et replacé ensuite dans le même bain d'eau pendant 4 jours.

Après ce délai, ces tuiles mouillées ont été brisées absolument de la même manière que les sèches.

Le tableau suivant contient les résultats obtenus :

Numéros	Charge de rupture en kilogr.	
	Sèches	Saturées
1	212,0 kilogr.	238,0 kilogr.
2	250,0 —	250,0 —
3	250,0 —	251,0 —
4	200,0 —	250,0 —
	912,0 kilogr.	989,0 kilogr.
Moyenne	228,0 —	247,2 —

La différence de résistance constatée entre les tuiles sèches de Montchanin et celles saturées d'eau de même provenance, s'explique par le choix fortuit pour l'essai à l'eau de tuiles plus cuites.

Peut-être cette différence de résistance provient-elle de chaux non éteinte intimement liée à l'argile, qui aurait pu donner naissance à une formation de ciment.

Il ressort des résultats qui précèdent, que les tuiles à recouvrement de la Grande Tuilerie de Bourgogne, à Montchanin-les-Mines, ne deviennent pas tendres par l'absorption de l'eau, et qu'elles remplissent ainsi la première condition de garantie de la résistance désirable à la gelée.

Zurich, le 7 août 1888.

(Signé) : Professeur de TETMAJER.

Ces essais ont été faits à Zurich, parce que Montchanin a une bonne partie de sa clientèle dans les pays froids et humides de la Suisse, où les autres tuiles ne peuvent généralement pas résister. Les décisions de l'Etablissement fédéral suisse font, du reste, autorité dans le pays ; elles sont entourées de toutes les garanties d'impartialité et d'exactitude scientifique.

Néanmoins, il semblait utile de contrôler encore les résultats, de voir les progrès accomplis dernièrement, et c'est au Conservatoire des Arts et Métiers que l'on s'est adressé.

Les essais d'absorption d'eau ont fourni les résultats suivants :

Poids des tuiles sèches . . .	3 ^k 195	3 ^k 200	2 ^k 945	2 ^k 865
— mouillées				
à saturation	3 355	3 380	3 120	2 970
Augmentation de poids . . .	0 ^k 160	0 ^k 180	0 ^k 175	0 ^k 105

L'absorption pour 100 du poids de la tuile sèche n'a donc guère dépassé 5, chiffre très bas.

Quant aux essais de résistance à la rupture, ils viennent d'être tout récemment terminés au Conservatoire des Arts et Métiers et ont été faits de trois manières différentes :

Expérience n° 1. — La tuile repose sur trois cylindres *ab, cd, ef* (fig. 7) ; sur *ef*, les trois points saillants portent seuls.

Expérience n° 2. — Même disposition que dans l'expérience n° 1,



FIG. 7.

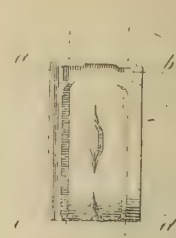


FIG. 8.

mais la tuile porte sur les parties creuses au moyen d'interposition de carton.

Expérience n° 3. — La tuile repose sur quatre cylindres disposés comme l'indique la figure 8.

Les résultats ont été les suivants :

Tuiles sèches	disposition n° 1, charge de rupture	246 ^k
—	n° 2	218
—	n° 3	350
Tuiles mouillées puis séchées	n° 1	265
—	n° 2	223
—	n° 3	365
Tuiles mouillées à saturation	n° 1	218
—	n° 2	232
—	n° 3	349

Ces derniers essais montrent la grande résistance des tuiles et ils expliquent les dégâts insignifiants que font les couvreurs en circulant sur les toitures couvertes avec des tuiles de Montchanin.

Un fait saillant est aussi l'augmentation de résistance des tuiles mouillées, puis séchées ; la même constatation avait été faite à l'Ecole Polytechnique de Zurich, et confirme pleinement les essais du Conservatoire.

Chargements. — Un embranchement vient directement sur les quais et rend faciles les expéditions par voie ferrée.

Les produits destinés à être expédiés par eau sont descendus au port qui se trouve à un kilomètre environ, dans des voitures appropriées, conduites par des bœufs et par des chevaux.

Fabrication des poteries diverses. — Dans ce qui précède, nous avons surtout parlé des tuiles ; nous n'avons rien à ajouter pour les carreaux, pour les briques ordinaires, ni pour les accessoires de couvertures qui se font près des tuiles. Mais outre cela, l'Usine de Montchanin livre une foule de produits utilisés dans le bâtiment : les boisseaux ronds et rectangulaires, les tuyaux de tous diamètres, les mitres, les aqueducs, les hourdis, entrevous, etc., puis la poterie ornementale, les cheminées de toutes formes, les poinçons historiés, les balustres, rives décorées, frontons, les vases, statuettes, etc.

Ces divers objets se font dans la partie de l'Usine indiquée en bas du plan sous le nom de poterie (fig. 3).

On emploie pour eux des terres un peu plus fines, qui sont emmagasinées, puis les produits filés sont obtenus à deux presses verticales 00. Un double monte-charge hydraulique élève ces produits dans les séchoirs, et leur cuisson s'opère dans les fours F et G.

Les pièces ornementées sont exécutées dans des moules en plâtre et cuites dans les mêmes fours.

Enfin l'usine possède encore un four à moufle Z dans lequel on fond les émaux, et le four I à flamme renversée qui sert à la cuisson des grès.

Ateliers et accessoires. — Telle est, bien résumée, la description de l'Usine de Montchanin en temps que Tuilerie et Poterie ; il nous reste à dire quelques mots des Ateliers et accessoires qui lui permettent de se suffire à elle-même, de faire toutes ses réparations et même ses installations nouvelles.

Ce sont (fig. 3) :

La fonderie de fonte, munie de deux cubilots qui peuvent fondre chacun 6 tonnes à l'heure, de sa grue centrale et de tout son outillage ;

La fonderie de bronze placée à côté ;

La forge avec son pilon de deux tonnes ;

La ferblanterie avec ses cisailles, sa machine à cintrer les tôles, etc. ;

L'Atelier d'ajustage admirablement organisé, comprenant un grand tour en l'air qui peut tourner des volants de cinq mètres, plusieurs tours parallèles de 3, 5 et 8 mètres de longueur de bancs. Une belle mortaiseuse verticale de 400 millimètres de course à l'outil ; plusieurs étaux limeurs, deux raboteuses, des perceuses, fraiseuses, etc. ;

La menuiserie et modèlerie qui possède une scie circulaire, une scie à ruban, un tour, etc. ;

La charbonnerie.

L'ensemble comprend encore deux magasins de bois, dont l'un complètement et l'autre partiellement couvert.

L'usine à gaz, qui fabrique du gaz de schiste au moyen des appareils Maug et Merts pour les 1 000 becs existants dans les divers ateliers et dans les bureaux.

Le plan montre encore la position du moteur à vapeur, système Wheelock, construit par la maison De Quillacq, et qui actionne tous les appareils. Ce moteur est à condensation, il a deux cylindres de 600 millimètres de diamètre et 1^m 200 de course chacun ; il peut faire 300 chevaux.

Importance de l'usine. — L'importance d'une usine de produits céramiques est souvent mise en relief par le nombre de pièces qu'elle peut fabriquer annuellement. Pour donner une idée de l'importance de l'établissement de Montchanin, il nous suffira de dire qu'en pleine marche, plus de 30 millions pourraient sortir chaque année de ses divers ateliers.

On voit que les moyens de production ne manquent pas à cette usine; nous avons, de plus, montré avec quels soins on travaille les terres, quelle perfection doivent atteindre les produits livrés à la consommation.

A l'Exposition de 1889, la Société de la grande Tuilerie de Bourgogne était représentée par un élégant pavillon placé à l'extrémité de la grande galerie des Machines.

Ce pavillon (fig. 5), élevé uniquement avec des matériaux fabriqués à l'usine, contenait une collection des plus complètes. Toutes les poteries de bâtiment y étaient représentées par des échantillons bien réussis; les modèles étaient nombreux, étudiés avec goût, les briques, les tuiles émaillées venaient rehausser de leur éclat le fond rouge des autres objets. De beaux vases, de gracieuses statuettes montraient au public que la question artistique n'est pas oubliée, et qu'en somme, Montchanin est tout à fait en mesure de développer l'emploi des poteries de toute espèce qui formeront bientôt le complément indispensable de toutes les constructions métalliques.

Parmi les produits exposés, nous citerons, en particulier, les hourdis

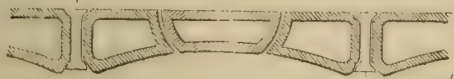


FIG. 8.

Laporte (fig. 8). Ce sont de véritables voussoirs creux qui remplissent exactement les vides compris entre les fers à I. Leur pose au plâtre ou au ciment est facile, leur poids est réduit, et leur forme rationnelle assure une très grande résistance aux planchers.

La figure 9 montre un essai intéressant : elle reproduit la section de caniveaux en terre cuite pour canalisations électriques. Devant l'insuccès des conduites en métal garnies d'isolants intérieurs, devant le prix élevé des canalisations en béton et le peu de durée de celles en bois goudronné ou paraffiné, l'usine de Montchanin a pensé que l'on pouvait faire mieux. Les caniveaux qu'elle a fait breveter paraissent présenter les meilleures garanties de simplicité, de bas prix et d'excellent isolement; ils ont été adoptés par la Ville de Paris et se répandront sans doute rapidement ailleurs.

Les appareils destinés à augmenter le tirage des cheminées sont nombreux, mais rarement efficaces; celui que représente la figure 10 est au moins conforme aux indications de la théorie. Il est basé sur le principe de l'entraînement latéral. La partie supérieure de la cheminée qui le porte est mobile et s'oriente d'elle-même sous l'action du vent; celui-ci entraîne les fumées et gaz chauds en s'engageant dans l'ouverture en pavillon de cor dont le grand orifice est tourné en sens inverse de la sortie des gaz.

Le groupe reproduit sur la figure 4 montre un certain nombre d'autres produits de la Société de Montchanin.

Signalons enfin les briques spéciales dites porphyres extra-cuites, que la grande tuilerie de Montchanin fabrique depuis fort longtemps. Ces briques présentent à la cassure l'aspect complètement fondu, l'argile ordinaire qu'elles contiennent est en effet amenée à l'état de fusion pâteuse et l'argile réfractaire qui lui est additionnée a simplement pour but d'empêcher la déformation du produit dans le four. Elles ont une très grande résistance à l'écrasement et sont de plus inattaquables par la plupart des agents chimiques. Les usines de produits chimiques de Saint-Gobain, Kuhlmann, de M. Pechiney à Salindres et nombre d'autres en font un usage très important.

Exploitation rurale de la Société de la Grande Tuilerie de Bourgogne. — En 1869, M. Avril, resté seul propriétaire de la tuilerie, avait déjà un domaine important; il l'étendit encore, afin d'être en possession, à Montchanin, de toutes les terres propres à la fabrication des produits céramiques.

Ce domaine, transmis presque en entier à la Société Française financière, le fut également à la Société actuelle, qui se trouve, par ce fait, possesseur de près de 300 hectares de propriétés.

Une faible partie est affermée; les prix de location, 85 et 90 francs l'hectare, indiquent suffisamment la qualité de ces terrains argileux, toujours très profonds. Le reste est cultivé par la Société elle-même, et cette exploitation rurale complète heureusement la tuilerie.

Le domaine, en effet, fournit tout d'abord les terres qu'emploie l'usine; il en possède des gisements inépuisables, et le seul objectif actuel consiste à les exploiter le plus économiquement possible.

Les carrières actuellement ouvertes sont au nombre de quatre; mais l'espace ainsi immobilisé ne dépasse pas 2 ou 3 hectares, et à mesure que l'on avance dans l'enlèvement de l'argile utilisable, on a soin de remettre en culture les parties découvertes, ce qui s'opère facilement et à peu de frais pendant la mauvaise saison.

En somme, M. Avril avait agencé sa ferme sur les meilleures bases, il n'avait reculé devant aucun sacrifice pour se procurer les appareils les plus perfectionnés : les semoirs, faucheuses, faneuses, moissonneuses servaient et servent encore à la culture des terres. Il s'était, de plus, occupé d'élevage, et deux écuries, contenant chacune 100 bœufs, une autre pouvant abriter 80 veaux, restent partiellement abandonnées aujourd'hui.

Néanmoins, la Société actuelle a encore 50 bœufs et 10 à 12 chevaux, qui servent une partie de l'année à faire les transports des terres à l'usine, et des produits fabriqués au port, le reste de leur temps étant consacré aux labours, à l'enlèvement des récoltes, etc. Ce double emploi amène une utilisation parfaite des animaux, du personnel qui leur est attaché et de tout le matériel.

Une partie des produits du domaine sert d'ailleurs à la nourriture de ces animaux, et la Société n'a, de cette façon, presque rien à se procurer au dehors; tous les transports se font dans les meilleures conditions d'économie, la culture de même.

L'excédent des récoltes, qui comprend spécialement des blés (45 hectares ensemencés cette année), des avoines (42 hectares), et même des foin, est vendu dans le pays ou sur les marchés des environs.

Un gérant, sous les ordres du directeur, est attaché au domaine, et il a pour mission d'y ramener l'ordre, de surveiller tout l'ensemble trop négligé, comme l'usine, du temps de l'ancienne Société.

Maisons ouvrières. — Nous dirons quelques mots, pour finir, des avantages offerts par la Société aux travailleurs qu'elle occupe.

La Société de Montchanin loge presque tout son personnel dans des maisons qui lui appartiennent; les employés sont logés gratuitement, les ouvriers paient un loyer qui varie entre 6 et 10 francs par mois, suivant le nombre de pièces qu'ils occupent. Tous ont un jardin d'au moins 3 ares, qui, pour certains, est voisin de leur maison, pour d'autres se trouve à peu de distance.

Le nombre d'ouvriers est aujourd'hui de 400; aux époques de prospérité, ce chiffre était presque double.

Les diverses maisons qu'ils habitent sont divisées en quatre cités, dont l'une entoure l'usine elle-même; la deuxième, affectée spécialement au personnel du domaine, est située au milieu de celui-ci, et les deux autres touchent le bourg de Montchanin.

Outre ces avantages, le service médical et les produits pharmaceutiques sont presque gratuits; les ouvriers n'ont, de ce côté, qu'une faible dépense à leur charge.

Ils sont, de plus, assurés contre les accidents à une Société qui leur donne moitié du salaire, moyennant une retenue de 1 fr. 25 %.

Une école, dirigée par des religieux, à laquelle est annexée une salle d'asile, complète enfin cette vaste organisation.

Telle est, dans son ensemble et à grands traits, l'exploitation de la Grande Tuilerie de Bourgogne, à Montchanin. Cette affaire a laissé évidemment, dans l'esprit du public, quelques mauvais souvenirs se rapportant à l'époque où, achetée par la Société Française financière, elle n'avait d'industriel que le nom. Sa réputation même de bonne fabrication avait été perdue. Mais, aujourd'hui, les choses ont fort heureusement changé. La nouvelle administration de ces importants établissements s'applique sans relâche aux perfectionnements à apporter dans la fabrication; déjà, les résultats obtenus leur ont ramené une bonne partie de leur ancienne clientèle, et tout fait espérer qu'ils reprendront vite le rang qu'ils ont si longtemps occupé dans l'industrie des produits céramiques.

Nous terminerons cette notice en rappelant que l'excellente qualité des produits de la Grande Tuilerie de Montchanin lui vaut, outre la clientèle des grandes administrations françaises, telles que les Compagnies de chemins de fer, la Marine, le Génie et l'Artillerie, celle aussi de beaucoup d'importantes entreprises. Parmi les travaux exécutés par cette maison, nous signalerons : les toitures des immenses usines du Creusot, des abattoirs de La Villette, des Invalides, du Collège Chaptal, des asiles de Ville-Evrard et de Vauluse, de l'hospice de la Salpêtrière, etc., etc. Enfin, la Grande Tuilerie de Montchanin expédie de grandes quantités de produits en Suisse, en Belgique, en Espagne, en Italie, au Brésil, en Russie, dans les Antilles, au Sénégal, en Cochinchine, et, en général, dans tous les pays où le climat exige des couvertures très résistantes.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

LES FREINS CONTINUS PNEUMATIQUES à l'Exposition universelle de 1889.

Groupe VI. — Classe G1.

(Suite 1.)

Freins à vide. — Dans les freins à vide, la raréfaction de l'air est produite par un appareil éjecteur placé sur la locomotive et actionné par la vapeur de la chaudière à la volonté du mécanicien. Les appareils moteurs sont, soit des cylindres à freins, soit des vases à diaphragme.

Ils se divisent, comme les freins à air comprimé, en deux grandes classes : les freins à vide directs, et les freins à vide automatiques.

Freins à vide directs. — **SYSTÈME EAMES-SOULERIN.** — Sur la locomotive sont placés (fig. 1) : un éjecteur E₁, un robinet de serrage R, une

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 8, p. 216; n° 9, p. 230; n° 10, p. 244, et n° 13, p. 297.

soupape de desserrage S, un vase à diaphragme V relié à la conduite générale C qui règne tout le long du train, et qui est raccordée entre les véhicules par des accouplements à boyaux flexibles.

Sous chaque véhicule se trouve seulement un vase à diaphragme relié à la conduite générale.

Fonctionnement. — Pendant la marche du train, tous les appareils sont au repos, et sont remplis d'air comprimé à la pression atmosphérique.

Pour produire le serrage, on amène à l'aide du robinet de serrage la vapeur dans l'éjecteur. Un vide plus ou moins énergique se produit aussitôt dans la conduite générale et dans les vases dont les diaphragmes remontent sous l'influence de la pression atmosphérique, en entraînant la tige de commande de la timonerie.

Pour produire le desserrage, on laisse rentrer l'air dans la conduite générale à l'aide de la soupape de desserrage, et les diaphragmes retombent sous l'influence du poids de la timonerie ou de ressorts de rappel.

Le frein est donc essentiellement modérable, comme tout frein à action directe, du reste, puisque la puissance de serrage dépend essentiellement du degré de raréfaction obtenu.

Il existe un nombre infini d'appareils éjecteurs qui, tous, reposent sur l'entraînement de l'air, par un jet de vapeur, soit annulaire, soit central, lancé à l'extérieur ou à l'intérieur d'un ajutage tronconique appelé *tuyère*.

L'éjecteur représenté figure 1 est un appareil dans lequel la vapeur,

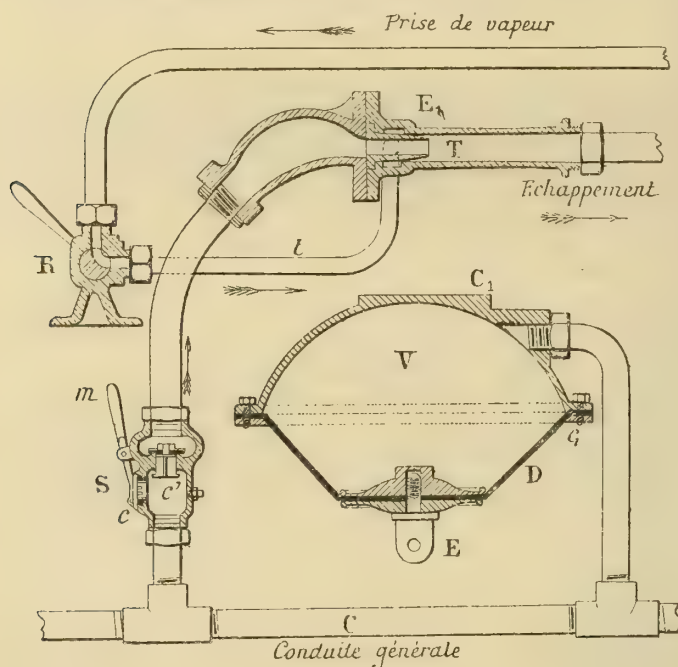


FIG. 1.

amenée par le tube *t*, agit sous forme de couronne annulaire autour de la tuyère T, dont l'intérieur communique avec la conduite générale.

Le robinet de serrage est un simple robinet à deux voies.

La soupape de rentrée d'air se compose d'une boîte en fonte contenant deux clapets : l'un, *c*, qui, écarté de son siège à l'aide d'une manette *m*, permet la rentrée de l'air dans la conduite générale ; l'autre, *c'*, qui ferme automatiquement toute communication entre la conduite générale et l'extérieur, lorsque l'éjecteur a cessé de fonctionner, et maintient ainsi le vide créé dans les appareils.

Le vase à diaphragme est formé d'une calotte de fonte étanche *C₁*, sous laquelle est fixé, à l'aide d'une couronne de fonte *c₁*, un diaphragme flexible en toile caoutchoutée *D*, qui actionne, par l'intermédiaire du piston *E*, la tige de commande de la timonerie.

La tête d'accouplement (fig. 2), grâce à la forme de la rondelle de joint en caoutchouc, peut servir aussi bien pour l'air comprimé que pour le vide. Dans ce dernier cas, ce sont les lèvres extérieures *aa* qui font joint en s'appliquant sous l'influence de la pression atmosphérique.

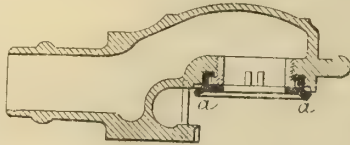


FIG. 2.

Les freins à vide directs, montés avec soin, offrent une étanchéité parfaite ; la manœuvre en est d'une extrême simplicité ; l'entretien et la surveillance sont pour ainsi dire nuls. Et, lorsqu'on voit les merveilleux résultats qu'ils n'ont cessé de donner sur la Compagnie du chemin de fer du Nord, qui, au début de la question, après une étude approfondie, se décida, seule entre toutes, à équiper la totalité de son matériel avec des freins à vide directs (système Smith Hardy), on se demande si ce n'était pas, si ce n'est pas, et si ce ne sera pas toujours la solution la plus simple, la plus pratique et la plus économique de la question.

APPAREIL MIXTE SOULERIN. — Les avis sont très partagés sur les avantages de l'automatisme. Elle avertit évidemment le mécanicien chaque fois qu'un des organes du frein a subi une avarie quelconque ; mais son véritable rôle utile consiste, en cas de rupture d'attelage sur

une rampe, à arrêter la queue du train, qui, sans cela, redescendrait en sens inverse et pourrait causer de graves accidents.

M. Soulerin a imaginé un appareil mixte qui permet, en cas de rupture d'attelage seulement, d'obtenir l'arrêt automatique du tronçon de queue du train, tout en conservant au frein à vide, pendant tout le reste du temps, son fonctionnement direct.

Les ruptures d'attelage ne sont dangereuses que lors de la montée des rampes, et dans ce cas, après la rupture, la partie libre continue son mouvement ascendant grâce à sa vitesse acquise, puis s'arrête, et enfin se met à redescendre.

Or, au moment de cet arrêt, il suffit d'un effort très faible pour caler le train, et le freinage d'un seul wagon est plus que suffisant.

Pour arriver à ce résultat, sur le fourgon de queue muni du frein à vide direct, on ajoute un réservoir auxiliaire et un distributeur. CC (fig. 3) est la conduite générale à vide, R le réservoir, V le vase à diaphragme, D le distributeur. Une ficelle *ff*, régnant tout le long du

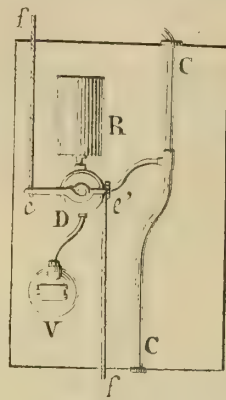


FIG. 3.

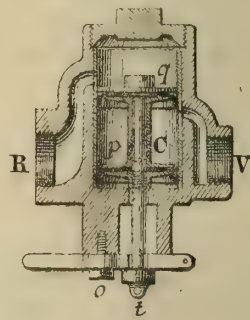


FIG. 4.

train et fixée d'un côté à la locomotive, commande à l'autre extrémité un levier *ll'*, qui fait partie du distributeur.

Le distributeur (fig. 4) communique par C avec la conduite générale, par V avec le vase à diaphragme et par R avec le réservoir auxiliaire. Il comprend un système mobile de deux pistons en cuir embouti *pq* montés sur une même tige *t*. Un levier *ll'*, mobile autour d'un axe *o*, permet ou non le mouvement de la tige. En temps normal, ce levier est placé perpendiculairement à l'axe du train et empêche tout mouvement de la tige *t*. Dans ces conditions, la conduite générale communique avec le vase, tandis qu'elle est séparée du réservoir par le cuir *q*.

Lors du serrage, le vide se propage donc à la fois dans le vase à diaphragme et dans le réservoir auxiliaire en passant autour de la garniture de *q*.

Lors du desserrage, au contraire, l'air peut rentrer dans le vase à diaphragme ; mais, par suite de l'application du cuir *q*, il ne peut rentrer dans le réservoir auxiliaire, où le vide est donc continuellement entretenu.

En cas de rupture d'attelage, la ficelle, avant de se rompre, actionne le levier *ll'*, et dégage la tige *t*. Dès lors, la pression atmosphérique qui s'exerce sous *q* fait remonter le système *pq* et isole la conduite générale, tandis que le réservoir à vide communique avec le vase à diaphragme. Il s'ensuit donc immédiatement une application automatique des freins sur le fourgon de queue, application qui suffit pour arrêter la portion correspondante du train.

Freins à vide automatiques. — Ces freins peuvent se diviser comme les freins à air comprimé automatiques en deux classes.

Dans la première, le vide est entretenu pendant la marche du train sur les deux faces des pistons ou diaphragmes moteurs, et le serrage s'obtient en le détruisant sur l'une d'elles : tel est le frein Clayton.

Dans la deuxième, le vide n'est entretenu, pendant la marche, que dans des réservoirs auxiliaires, les deux faces des pistons ou diaphragmes moteurs étant en communication avec l'extérieur. Le serrage s'obtient en faisant communiquer l'une des faces de ces pistons ou diaphragmes avec le réservoir de vide par le jeu d'un appareil distributeur : tel est le frein Soulerin.

1. — FREIN CLAYTON DE LA VACUUM BRAKE CO. — Sur la locomotive sont placés : un éjecteur double, dit *éjecteur combiné*, comprenant le robinet de manœuvre et le clapet de retenue, et un cylindre à freins avec valve à boulet reliée à la conduite générale.

Sous chaque véhicule se trouve seulement le cylindre à freins avec valve à boulet reliée à la conduite générale.

Fonctionnement général. — Pendant la marche du train, on maintient le vide dans la conduite générale et dans les deux chambres du cylindre à freins par le jeu continu du petit éjecteur.

Pour produire le serrage, on laisse rentrer l'air dans la conduite générale et dans la chambre inférieure des cylindres à freins, ce qui actionne de bas en haut les pistons moteurs.

Pour produire le desserrage, on refait le vide à l'aide du grand éjecteur dans la conduite générale et dans les deux chambres des cylindres à freins, ce qui permet aux pistons moteurs de redescendre sous l'influence de leur propre poids.

Éjecteur combiné et robinet de manœuvre. — Cet appareil assez complexe se compose essentiellement d'un grand éjecteur et d'un petit éjecteur concentriques, qui peuvent tous deux aspirer l'air dans la conduite générale. L'appareil de manœuvre, qui fait corps avec l'éjec-

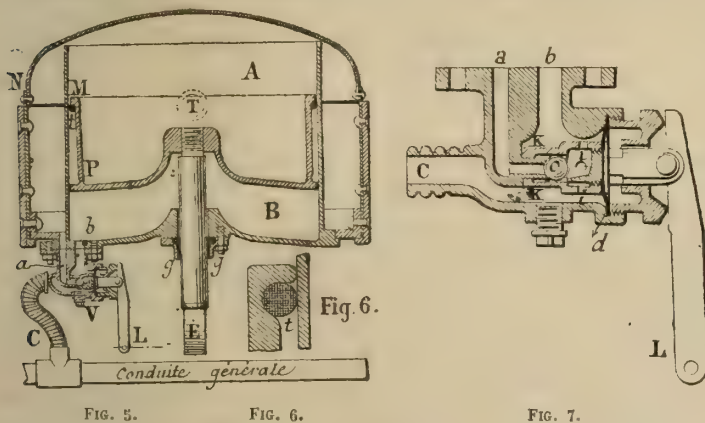
teur, se compose de deux plateaux, l'un fixe, l'autre mobile ou *papillon*, percés chacun d'ouvertures convenablement disposées.

C'est en donnant à ce plateau mobile un mouvement de rotation à l'aide d'une poignée de manœuvre, qu'on obtient les communications voulues.

Cette poignée peut occuper trois positions : dans la première, ou *position de desserrage*, les deux éjecteurs fonctionnent ensemble et produisent en quelques secondes le vide voulu dans la conduite générale et les cylindres à freins ; dans la deuxième, ou *position de marche*, le petit éjecteur seul fonctionne pour entretenir le vide créé. Son débit est réglé par un robinet spécial placé sur la conduite qui lui amène la vapeur. Enfin, dans la troisième, ou *position de serrage*, aucun éjecteur ne fonctionne, mais la conduite générale communique avec l'air extérieur. Dans ce dernier cas, suivant que les orifices des deux plateaux sont plus ou moins en regard, la rentrée d'air est plus ou moins importante, et le serrage sera gradué à volonté.

Cylindre à freins et valve à boulet (fig. 5). — Le cylindre à freins se compose d'un piston P, dont la tige E actionne la tige de commande de la timonerie et passe au travers d'une garniture étanche g, g. Ce piston se meut dans un cylindre M, et le joint est établi par un tore en caoutchouc t, t (fig. 6) qui roule avec le piston. Le cylindre M est lui-même entouré d'une enveloppe étanche N formant réservoir.

L'appareil est ainsi divisé en deux chambres A et B séparées par le tore en caoutchouc. Le tout est mobile autour de deux tourillons T. La conduite générale communique par un raccord C avec chacune



des deux chambres par l'intermédiaire de la valve à boulet V (fig. 7), qui communique par a avec A, et par b avec B. Il en résulte que B communique toujours avec la conduite générale par b, i, z, C, tandis que A peut ou non communiquer avec elle, selon que le boulet o est ou n'est pas appliqué sur son siège.

Fonctionnement. — Pendant la marche du train, le boulet o n'est pas appliqué contre son siège, et le vide de la conduite générale se propage aussi bien dans A que dans B. Les deux faces du piston P étant soumises à des pressions égales, il est maintenu au bas de sa course par son propre poids.

Lorsqu'on laisse rentrer l'air dans la conduite générale pour produire le serrage, le boulet o vient s'appliquer contre son siège et ferme toute communication entre C et A. Le vide se maintient donc au-dessus du piston P, tandis qu'il est détruit au-dessous. Ce piston est donc immédiatement sollicité de bas en haut et remonte en actionnant la timonerie.

Quand on refait le vide dans la conduite générale pour produire le desserrage, le boulet o quitte son siège, le vide se propage dans A et B, et le piston revient à sa position inférieure.

Ce frein est essentiellement modérable, puisque la résultante des pressions qui actionne le piston P dépend de la quantité d'air qu'on aura laissé rentrer dans la conduite générale.

En cas de serrage automatique, on peut, en agissant sur le levier L (fig. 7), tirer la garniture z, z qui y est fixée par l'intermédiaire d'un diaphragme souple d, et écarter le boulet o de son siège à l'aide de la butée k, k. L'air rentrant alors dans la chambre A produit le desserrage des freins.

Valve à air des fourgons. — En outre des appareils qui viennent d'être décrits, on place dans chaque fourgon une valve à air (fig. 8) qui a un double but : 1° de permettre au conducteur du train de produire lui-même le serrage en actionnant cette valve à la main ; 2° d'accélérer automatiquement le serrage produit par le mécanicien en cas de danger.

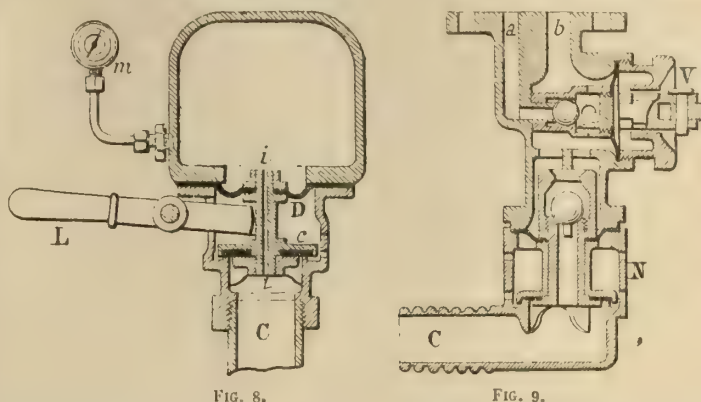
Elle se compose d'un diaphragme D et d'un clapet c montés sur la même tige manœuvrable au moyen du levier L, et traversée par un conduit i i de très faible section. C est un branchement de la conduite générale qui monte à l'intérieur du fourgon, et A est une capacité communiquant à un manomètre m. En marche normale, la pression s'équilibre en A et C, et le clapet c, un peu plus grand que le diaphragme D, et soumis en outre à son poids, reste appliqué sur son siège. En cas d'urgence, le conducteur du train n'a qu'à agir sur le levier L, pour soulever le clapet c, et mettre la conduite générale en communication avec l'extérieur, ce qui produit le serrage.

Il en est de même lorsque le mécanicien, pour appliquer les freins à fond en cas de danger, laisse rentrer complètement l'air dans la conduite générale. Dans ce cas, l'équilibre n'a pas le temps de s'établir entre C et A par le conduit i, et le clapet c est soulevé.

L'air rentrant alors par la valve à air en même temps que par le robinet de manœuvre, la rapidité du serrage est considérablement accrue.

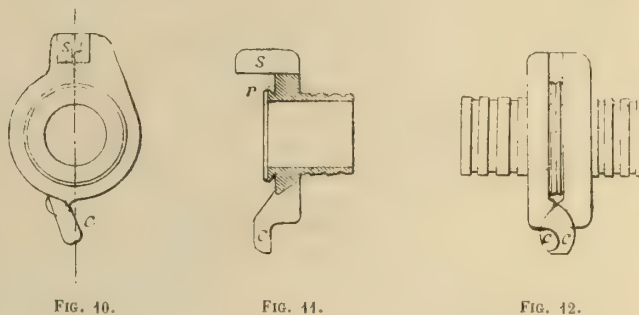
Dans tous les serrages ordinaires, au contraire, l'équilibre s'établit entre C et A par i i, et le clapet c n'est pas soulevé.

Valve à boulet combinée avec la valve à air. — On a été conduit, pour activer le serrage dans les trains composés d'un grand nombre



de véhicules, à adjoindre à la valve à boulet, sous un nombre plus ou moins considérable d'entre eux, une valve analogue à la valve à air. L'ensemble est représenté fig. 9. V est la valve à boulet de la figure 7 ; N est la valve à air interposée entre elle et la conduite générale C. On n'a, du reste, qu'à se reporter, pour le fonctionnement de cet ensemble, au fonctionnement séparé des deux appareils.

Les figures 10 et 11 représentent une tête d'accouplement *Clayton* vue de face et de profil, et la figure 12, l'ensemble de deux têtes après



leur jonction. Chaque tête comporte, à sa partie supérieure, une saillie s et une rainure r, qui pénètrent respectivement dans les organes correspondants de la tête symétrique ; et à sa partie inférieure, une corne c venant se croiser avec une corne correspondante de l'autre tête.

L'accouplement se fait simplement en soulevant les deux boyaux, croisant les deux cornes, introduisant les saillies dans les rainures, et laissant le tout retomber. Le joint est assuré à l'aide de rondelles de caoutchouc rectangulaires r.

Le désaccouplement se fait par une manœuvre inverse.

On peut remarquer qu'avec ces accouplements, ainsi, du reste, qu'avec tous les accouplements à air comprimé ou à vide déjà décrits, une rupture d'attelage les place précisément à la position de désaccouplement, et les sépare sans leur causer d'avaries.

Enfin, pour satisfaire aux exigences de certaines exploitations, où le frein doit fonctionner tantôt comme frein à vide direct, tantôt comme frein à vide automatique, on interpose entre la valve à boulet et le cylindre à freins un robinet qui peut occuper trois positions : dans la première, le frein fonctionne comme frein à vide direct, le vide produit au moment du serrage par le mécanicien, se transmettant seulement dans la chambre A du cylindre à freins ; dans la deuxième, le cylindre est isolé, et la conduite générale joue le rôle de « conduite blanche » ; dans la troisième, enfin, le frein fonctionne normalement comme frein à vide automatique.

(A suivre.)

G. LESOURD,
Ingénieur des Arts et manufactures.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Après la clôture. — Par décision du Président du Conseil, les bureaux du Commissariat général de l'Exposition seront supprimés à partir du 1^{er} février.

Les rapports généraux sur l'Exposition. — La direction de l'exploitation et M. Picart, président de section au Conseil d'Etat, s'occupent activement de la rédaction des rapports généraux sur l'Exposition de 1889. L'ensemble de ces documents ne formera pas moins de 180 volumes ou fascicules.

Il y a lieu d'espérer que cet important travail et la liquidation générale par les trois directions de l'Exposition pourront être terminés pour la fin de l'année 1890.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 10 janvier 1890.

Présidence de M. FRIEDEL.

Le Bureau et le Conseil de la Société chimique de Paris sont ainsi constitués pour l'année 1890 :

Président : M. E. GRIMAUD.

Vice-présidents : MM. SUILLIOT, A. GAUTIER, CH. LAUTH, A. LEBEL.

Secrétaires : MM. HANRIOT, VERNEUIL.

Vice-secrétaires : MM. LINDET, L. BOUVEAULT.

Trésorier : M. PETIT.

Archiviste : M. P. ADAM.

Membres du Conseil : MM. A. COMBES, LECHATELIER, ARNAUD, FAUCONNIER, JOULIE, ADRIAN, SCHEURER-KESTNER, SCHNEIDER, FRIEDEL, SCHUTZENBERGER, BERTHELOT, BÉHAL.

Membres du Conseil non résidents : MM. CAZENEUVE, HALLER.

SOCIÉTÉ CENTRALE

des Architectes français.

La Société centrale des Architectes français vient de nommer son nouveau bureau pour 1890. En voici la composition :

MM. Ch. Garnier, président :

A. Normand, E. de Joly, vice-présidents ;

Loviot, secrétaire principal ;

Roux, secrétaire principal ;

Boileau, secrétaire-rédacteur ;

Heret, archiviste ;

Bartaumieux, trésorier ;

Baillly, Daumet, Ach. Hermant, censeurs.

MM. Raulin, Wallon, Deslignières. P. Sédille, Simon Girard, Guadet, J. Bayard, Frantz Jourdain, Eug. Saint-Père, Jacques Hermant, membres du conseil.

SOCIÉTÉ DES AGRICULTEURS

de France.

La vingt et unième session annuelle de la Société des Agriculteurs de France sera ouverte le jeudi 6 février, à une heure et demie.

Cette solennité, qui réunit chaque année à Paris plus de deux mille agriculteurs ou cultivateurs, aura lieu au Grand-Hôtel.

Le banquet des agriculteurs se fera pendant la session, le lundi 10 février. Les représentants des principaux journaux de Paris et des départements sont invités au banquet.

Au début de la session, la Société décernera les prix aux lauréats des concours qu'elle a fondés.

Les diverses Compagnies de chemins de fer ont accordé aux membres de la Société des Agriculteurs de France qui se rendront à la session, une réduction de moitié sur le prix des places.

ASSOCIATION FRANÇAISE

pour l'avancement des Sciences.

Conférences de Paris en 1890.

Les conférences de l'année 1890 auront lieu dans l'amphithéâtre de l'Hôtel des Sociétés savantes, 28, rue Serpente, et 14, rue des Poitevins, les Samedis, à 8 heures et demie très précises du soir.

En voici la liste :

Samedi, 1^{er} février. — M. PICOU, Ingénieur, secrétaire général de la Société internationale des Electriciens : *La distribution de l'électricité*.

Samedi, 8 février. — M. MARTEL, avocat, agrégé au Tribunal de commerce, bibliothécaire du Club alpin français : *Les Causses du Languedoc*. (Gorges du Tarn ; — Montpellier-le-Vieux ; — Grottes et abîmes ; — Les eaux souterraines.)

Samedi, 15 février. — M. Alfred RENOARD, Ingénieur, à Lille : *L'industrie textile moderne, ses origines, son état actuel*.

Samedi, 22 février. — M. Charles RABOT, chargé de missions scientifiques par le Ministère de l'Instruction publique : *Les glaciers polaires et les phénomènes glaciaires actuels*.

Samedi, 1^{er} mars. — M. VIELLE, Ingénieur des Poudres et salpêtres : *Méthodes appliquées à l'étude des explosifs*.

Samedi, 8 mars. — M. Louis BACLÉ, Ingénieur à la Compagnie des forges de Châtillon et Commentry : *Les chemins de fer à fortes rampes*.

Samedi, 15 mars. — M. le Dr Gabriel POUCHET, agrégé de la Faculté de Médecine de Paris : *Les falsifications des substances alimentaires*.

Samedi, 22 mars. — M. DUCLAUX, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne et à l'Institut national agronomique : *Le lait au point de vue alimentaire*.

Samedi, 29 mars. — M. le Dr Ernest HAMY, Conservateur du Musée d'ethnographie : *Les tribus sédentaires de la Tunisie du Sud*.

BIBLIOGRAPHIE

Conférences sur la science et l'art industriel. — J. Michelet, éditeur. — Paris, 1889. — Prix : 3 fr. 50.

Depuis quatre ans, la Préfecture de la Seine a organisé, dans le local de la bibliothèque Forney, une série de conférences sur la science et l'art industriel qui se font pendant la saison d'hiver. Chaque année, ces conférences sont réunies en un volume spécial.

Trois de ces volumes avaient déjà été publiés ; celui qui paraît aujourd'hui est le quatrième de la série.

Il contient les neuf conférences faites pendant l'hiver 1888-1889 par des conférenciers dont le mérite est connu et apprécié ; en voici la nomenclature :

S. PÉRISSE. La Tour Eiffel et les constructions métalliques de l'Exposition. — A. MOREAU. La Ramie. — HENRI MAMY. La machinerie théâtrale. — G. GUEROUlt. La lumière. — CHEVRIE. Étude sur les styles en ameublement. — J. FRESSON. Histoire du goût public. — DUMONT. L'éclairage par l'électricité. — BANDERLI. Les locomotives. — LABROUSSE. Les accidents par submersion. Moyens préventifs.

Ces conférences, dont plusieurs sont accompagnées de projections oxyhydriques ou de dessins dus à l'habile et bienveillante coopération de M. Félix Régamey, sont suivies par un nombreux auditoire avide de s'instruire, et l'on ne peut qu'applaudir à l'intelligente et heureuse initiative qu'a su prendre en cette circonstance M. le Préfet de la Seine.

Les animaux de la ferme, par E. GUYOT, ancien élève diplômé des Écoles d'agriculture. 1 volume avec 180 figures, cartonné. J. B. Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1890. Prix : 4 francs.

L'exploitation d'une ferme est, aujourd'hui, une industrie dans laquelle les animaux constituent de véritables machines, pour lesquelles l'éleveur doit chercher les meilleurs types afin d'en retirer la plus grande somme de travail et le plus de profit. C'est partant de ce principe, que M. E. Guyot a écrit son ouvrage sur les animaux de la ferme, ouvrage dans lequel il a su éviter avec soin les termes par trop techniques, son seul but étant de renseigner les cultivateurs sur les bénéfices qu'ils peuvent tirer des animaux de leurs fermes. Ce petit volume se divise en deux parties : la première comprend, sous une forme générale, la structure et les fonctions des animaux agricoles ; la seconde, qui est surtout économique, traite de leur spécialité, de leur utilisation et des meilleures méthodes d'exploitation. Le tout, mis sous une forme élémentaire, permet au lecteur de surveiller ou de procéder personnellement à l'élevage et à l'exploitation des animaux de ferme.

Traité élémentaire de l'énergie électrique. Définitions.

Principes. Lois générales. Applications à la mesure, par E. HOSPITALIER. 1 vol. Avec 253 figures. G. Masson, éditeur. — Paris, 1890.

L'électricité que aujourd'hui un rôle considérable, et son action s'étend de jour en jour davantage. Il est cependant difficile de se rendre compte de tous les faits nouveaux, de s'assimiler les nouvelles unités, les nouvelles méthodes de mesure. Il appartenait à un de nos electriciens les plus distingués, M. E. Hospitalier, professeur depuis huit années à l'École de physique et de chimie industrielles, et qui s'est trouvé en lutte avec toutes les difficultés que présente un enseignement de ce genre à de jeunes élèves, de réunir en un volume toutes les notions nouvelles, de les coordonner et de les présenter avec une correction et une précision rigoureusement scientifiques. Nous ajouterons que le traité, sans exclure le langage mathématique, permet d'arriver à des formules directement applicables en remplaçant les lettres par des valeurs numériques, et dont les

unités sont soigneusement spécifiées. Ce tome premier, consacré à la théorie et aux applications à la mesure, sera complété par un autre tome spécialement consacré aux applications industrielles. L'ensemble de ces deux volumes formera un des plus importants ouvrages de la science électrique appliquée, et l'on ne peut que souhaiter, après avoir étudié le premier avec le soin qu'il mérite, de voir paraître, le plus tôt possible, le second.

Annuaire du Bureau des longitudes pour 1890. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs. — Paris 1890. — Prix : 1 fr. 50.

Outre les renseignements pratiques qu'il contient chaque année, l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1890, renferme des articles dus aux savants les plus illustres sur les Monnaies, la Statistique, la Géographie, la Minéralogie, etc., enfin les Notices suivantes : *Discours prononcés à l'inauguration de la statue de Le Verrier*, par MM. FIZEAU, MOUCHEZ et TISSERAND. — *Sur la réunion du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel*, par M. MOUCHEZ. — *Conférence générale de l'Association géodésique*, par M. H. FAYE. — *Congrès de Photographie céleste*, par M. J. JANSSEN. — *Congrès international aéronautique et colombo-philie*. Discours de M. J. JANSSEN. — *Revue des principaux travaux du Bureau des Longitudes en 1889*, par le SECRÉTAIRE. Le volume contient aussi 2 cartes magnétiques.

Traité encyclopédique de photographie, par C. FABRE, docteur ès-sciences. 4 beaux volumes illustrés de nombreuses figures, paraissant le 15 de chaque mois par livraisons de 80 pages, grand in-8°. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris. Souscription aux 4 volumes comprenant 20 livraisons, 40 francs. Chaque livraison séparée, 2 fr. 50 c.

TOME II. *Phototypes négatifs*. — 6^e livraison du 15 novembre 1889. Ce fascicule étudie les phototypes négatifs qui peuvent être obtenus sur papier, sur verre, ou sur d'autres substances translucides servant de support au composé sensible. Ce composé peut être emprisonné dans les fibres du papier, dans de l'albumine, du collodion, de la gélatine : de là les principales divisions adoptées dans ce fascicule.

7^e livraison du 15 décembre 1889. Ce fascicule étudie les divers développeurs et renforçateurs et contient un curieux chapitre sur les laboratoires portatifs.

8^e livraison du 15 janvier 1890. Le huitième fascicule contient un historique des émulsions au collodion, avec des renseignements sur les émulsions au bain d'argent, sur les émulsions lavées, l'émulsion sèche, le collodio-bromure. L'auteur aborde ensuite la description de l'important procédé au gélatino-bromure d'argent, et en donne successivement un historique, l'étude des substances employées, les méthodes de préparation de l'émulsion, etc.

L'Orénoque et le Caura, par J. CHAFFANJON. 1 volume avec 56 gravures et deux cartes. Hachette et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1890. Prix : 4 francs.

Désireux de contribuer aux progrès de la science géographique, M. Chaffanjon sollicite et obtint une mission du Ministère de l'Instruction publique, en 1884, à l'effet d'explorer le bassin supérieur de l'Orénoque, et de rechercher les sources de ce fleuve. C'est ainsi que le voyageur reconnut successivement le cours de l'Orénoque et du Caura, l'un de ses plus grands affluents, et fut assez heureux pour atteindre la source même du fleuve. A côté de l'intérêt géographique que présente ce voyage, accompli malgré les obstacles de tout genre que la nature et les hommes opposaient à son accomplissement, le récit de M. Chaffanjon renferme de curieuses observations ethnographiques et pittoresques sur les populations indiennes qui habitent ces régions peu connues.

AVIS. — L'Administration du Génie Civil se charge de procurer tous les ouvrages indiqués au compte rendu bibliographique. Envoyer le montant en un mandat de poste ; le port en sus.

Pour tous les articles non signés :

Le Gérant :

MAX DE NANSOUTY,

Ingénieur des Arts et manufactures.

IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Variétés : La foire de Nijnii-Novgorod, p. 321 ; JAMES GROS-CLAUDE. — Mines : Ouro Preto et les mines d'or (Brésil) (*suite*), p. 325 ; PAUL FERRAND. — Travaux publics : Pont tournant de Drypool à Hull (*planche XXX*), p. 327. — Physique industrielle : Pyromètre différentiel à circulation d'eau, p. 327 ; L. KNAB. — Études économiques : Question des traités de commerce, p. 331 ; ÉMILE BERT. — Études et travaux parlementaires : Projet relatif à l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine, p. 332 ; G. LATOUCHE. — Informations : Le concours agricole de Paris en

1890, p. 332 ; — Nouveau service des trains sur la ligne d'Auteuil, p. 332 ; — La navigation à vapeur sur les canaux, p. 332.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889. — Les freins continus pneumatiques à l'Exposition universelle de 1889 (*suite et fin*), p. 333 ; G. LESOURD ; — Chronique de l'Exposition, p. 335.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séance du 9 décembre 1889, p. 336 ; G. PETIT.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 336.

Planche XXX : Pont tournant de Drypool à Hull.

VARIÉTÉS

LA FOIRE DE NIJNII-NOVGOROD

L'idée de créer au Champ de Mars une foire annuelle, qui constituerait le grand marché de l'Occident, ayant été émise dernièrement par M. G. Sandoz, l'un des représentants les plus autorisés du haut commerce parisien, nous avons pensé qu'il ne serait pas sans intérêt de donner à nos lecteurs quelques renseignements sur celle des foires

de marchés divers, géographiquement, historiquement ou économiquement liés entre eux, et se groupant pour former un vaste emporium situé dans un même lieu et cependant d'une variété infinie. Sauf quelques objets de luxe s'adressant plus particulièrement aux classes riches, qui se les procurent à Moscou, à Saint-Petersbourg ou à l'étranger, on peut dire qu'il existe peu de produits naturels ou manufacturés qui ne s'y vendent.

Ce colossal marché représente le régulateur annuel de la demande et de l'offre, de la consommation et de la production de toutes les



FIG. 1. — Vue générale de Nijnii-Novgorod (Russie).

européennes qui a conservé le plus d'importance de nos jours : nous voulons parler de la célèbre foire russe de Nijnii-Novgorod (1).

Cette foire, par le rôle qu'elle joue aussi bien dans le commerce et l'industrie que dans toute l'économie nationale de la Russie, surpasse considérablement tous les marchés analogues qui subsistent encore dans le monde entier. Elle se compose d'une quantité innombrable

de marchandises de la Russie. Il indique d'une manière exacte la marche générale du commerce intérieur de l'année précédente et, partiellement, de l'année à venir ; il rend compte des moindres mouvements de l'industrie manufacturière ; il fait connaître les oscillations du chiffre de la consommation, chiffre qui permet de constater l'état du bien-être de la majorité du peuple russe.

De plus, la portée des indications de la foire de Nijnii se trouve considérablement augmentée si l'on a égard au développement extrême des opérations de crédit auquel elle donne lieu, la vente des marchandises se faisant à terme, le plus souvent d'une foire à l'autre.

(1) A consulter : *Études sur l'Économie nationale de la Russie*, par M. W. BESOBRAPOF, membre de l'Académie des sciences de Saint-Petersbourg, 3 volumes, Saint-Petersbourg, 1886. — *Statistique de l'Empire russe*, Saint-Petersbourg, 1888. — *Harper's Magazine*, octobre 1889. — *Recueil consulaire belge*, 1889, 4^e semestre.

Aussi la liquidation des affaires reflète-t-elle d'une façon précise la marche de toutes les opérations pécuniaires de la Russie pendant une période écoulée et sert-elle de symptôme pour la période à venir.

On attend avec anxiété le dénouement de ces grandes assises commerciales, pour aborder de nouvelles entreprises manufacturières ou pour développer les anciennes, et, suivant que ce dénouement a été plus ou moins heureux, l'activité des fabriques en général ou la production de certaines marchandises augmente ou diminue en conséquence.

Outre son influence sur le commerce intérieur, le marché annuel de Nijnii joue un rôle prépondérant dans le commerce oriental ou asiatique sous le rapport de l'importation des produits de la Sibérie, des pays transcaucasiens, de la Chine, de l'Arménie, de la Perse, etc., ainsi que sous le rapport de l'échange de ces produits contre des marchandises russes. Cependant, depuis trente ans, son importance au point de vue de l'approvisionnement des marchés intérieurs de la Russie n'a fait que s'accroître comparativement au trafic qu'elle engendrait autrefois avec les contrées asiatiques, lesquelles aujourd'hui, grâce au développement des moyens de communication, peuvent employer d'autres voies que celle de la foire pour l'importation des produits russes.

La foire de Nijnii remonte aux temps les plus reculés. Elle s'est déplacée, elle a été nomade comme la plupart des peuples qui venaient y trafiquer. Son berceau, d'après les traditions et les monuments historiques, aurait été la ville de Bolgar, dans la grande Bulgarie, située sur le Volga, au-dessous de l'embouchure de la Kama. D'après quelques sources, dès le IX^e siècle, mais probablement bien avant, le marché de Bolgar attirait différents peuples du fond de l'Asie, particulièrement des Arabes, des Perses, des Arméniens et même des Indous, qui s'y rencontraient avec les races de l'Occident. Mais la destruction du royaume bulgare par les Mongols déplaça le champ de foire primitif, qui s'établit dans la plaine d'Arsk (État de Kazan), où, d'après des témoignages historiques positifs, avait lieu tous les étés une grande réunion des marchands de l'Asie, de la Russie et même de l'Europe occidentale.

A la suite des expéditions militaires de la Russie contre Kazan et de la soumission de cet État (1552), le commerce forain de l'Orient se transporta insensiblement de la plaine d'Arsk aux environs du couvent de Makary (fondé par saint Makary ou saint Macaire), situé sur la rive gauche du Volga à 80 verstes en aval de Nijnii.

Mais cette foire prenant une grande importance et son emplace-

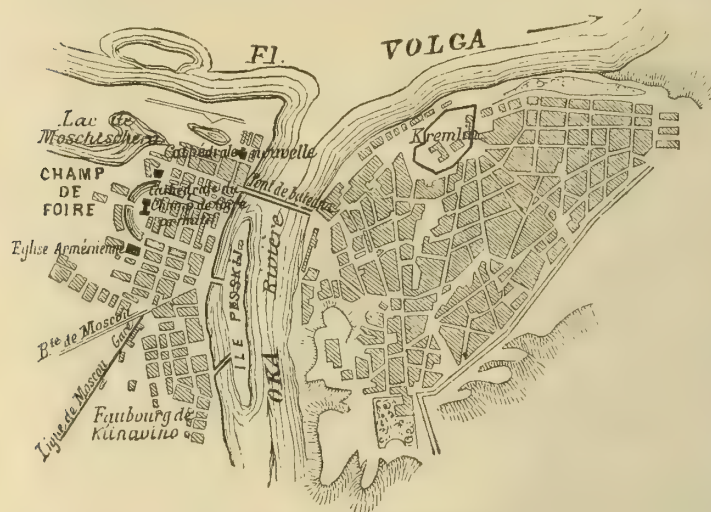


Fig. 2. — Plan de Nijnii-Novgorod.

ment n'offrant plus les conditions nécessaires ni au transport, ni à l'entrepôt des marchandises, ni au logement des nombreux visiteurs, on profita, en 1816, de l'incendie des boutiques construites par le gouvernement, pour transporter le marché de Makary⁽¹⁾ à Nijnii-Novgorod, ville renommée déjà au XVI^e siècle pour son commerce, et qui offrait, par sa situation au confluent du Volga et de l'Oka, des conditions géographiques très avantageuses. Nijnii, par ses opérations commerciales et, par sa navigation, était depuis longtemps étroitement liée au marché de Makary, et, en outre, elle était plus rapprochée de Moscou que cette localité. Cette proximité de Moscou, dont la prépondérance à la foire de Makary grandissait de plus en plus, fut la cause déterminante qui décida le gouvernement à la transporter dans un lieu plus convenable.

La ville de Nijnii (fig. 1, 2 et 3), située à 450 kilomètres par chemin de fer de Moscou, compte en temps ordinaire un peu plus de 50 000 habitants. Elle se compose de trois parties : la citadelle ou kremlin, qui est le quartier riche, celui qui renferme les plus belles rues et la plupart

des édifices publics ; la ville basse qui s'allonge sur la rive droite du Volga et de l'Oka, et le faubourg de Kunavino avec le champ de foire sur la plaine sablonneuse limitée par le confluent des cours d'eau précédents. La ville basse est mise en communication durant tout l'été avec cette plaine par un pont de bateaux qui mesure 900 mètres de longueur et 25 mètres de largeur, et qu'on enlève pendant la saison des glaces.

Le Volga « le fleuve Saint » a fait de Nijnii l'un des nœuds les plus importants de toutes les voies d'eau de la Russie. Il arrose sur une longueur de 3 700 kilomètres, entre sa source et la mer Caspienne, un bassin trois fois vaste comme la France. Divers systèmes de canaux le relient à Moscou, à Saint-Petersbourg et à la mer Noire ; un autre canal le met en communication avec la Dwina et par suite avec la mer Blanche ; l'Oka, qui joue un si grand rôle dans toute l'histoire de la Russie, et la Kama, ses deux principaux affluents, portent à 10 000 kilomètres au moins sa longueur totale et le rattachent vers l'Ouest à Toula, vers l'Est aux monts Ourals.

En amont de Nijnii, le trafic des voyageurs et des marchandises occupe 14 000 bateaux et 300 000 marins ; en aval, 8 000 bateaux et 225 000 hommes, sans compter les pêcheries colossales du bas Volga.

Le quartier primitif de la foire occupe un espace en forme de fer à cheval entouré par un canal d'égout. Il a été construit en entier pendant ce siècle sur les plans de l'architecte Bétancourt et présente la régularité d'une cité américaine. Il se compose de 3 000 bâtiments en briques et pierres, disposés suivant des « lignes » qui se coupent à angle droit, formant une véritable ville, au centre de laquelle se trouvent la Bourse, la poste, le télégraphe, un corps de garde, un hôpital, une cathédrale orthodoxe, une mosquée et une église arménienne.

L'importance du marché de « Makary » allant en croissant, il a fallu, depuis longtemps déjà, altérer la symétrie du plan de la foire et des lignes de boutiques⁽¹⁾, par la construction de nouveaux édifices et par l'établissement de baraques provisoires en planches recouvertes de roseaux, qui sont élevés chaque année, sans aucun ordre, sur les rives du Volga, sur les sables de l'Oka où se tiennent les marchands de sel et de poissons, et au port de Sibérie, vaste entrepôt des thés de Canton et de Kiakhta. Aussi les rangées de boutiques et leurs titres de « lignes » des fourrures, des toiles, des draps, des coffres, des boissons, etc., ne sont que les signes extérieurs d'une régularité qui n'existe plus. On rencontre bien des quantités énormes de fourrures, de coffres, etc., dans les rangées des fourrures, des coffres, etc., mais on en trouve également dans celles des draps, des toiles, de la bijouterie, etc.

Les différends entre les trafiquants et le personnel administratif de la foire sont réglés chez le gouverneur général, dont les bureaux se trouvent dans le quartier central. C'est chez lui que le boukhare, le juif, le sectaire grand-russien, le marchand de première guilde de Moscou, le colporteur du gouvernement de Wladimir, l'habitant de Tumène, l'Allemand, l'Anglais ou le Français se pressent en foule chaque jour pour chercher leur droit vainement réclamé sur les degrés inférieurs de l'Administration.

« Chaque branche de commerce, dit M. Besobrasof, constitue un monde à part qui a ses intérêts particuliers, ses idées et même ses mœurs et ses coutumes que ne partagent point les autres branches ; la vie du quartier chinois par exemple, la partie la plus aristocratique de la foire, est absolument différente de celle du marché au poisson, sur les « sables » (c'est-à-dire sur les barques au milieu des ensablements de l'Oka). Tandis que les marchands de poisson (d'Astrakan, de la mer Caspienne, etc.) n'ont point de logement sur l'emplacement de leur commerce, et ne s'y présentent que le matin, menant une vie de ville régulière, les habitants du quartier ou de la « ligne » de Chine, malgré leur position sociale élevée, sont entraînés à toutes les irrégularités de la vie foraine. Pendant que ces soi-disant Chinois (il n'y a pas de vrais Chinois à la foire), c'est-à-dire les commerçants de Kiakhta, les marchands de thé de Moscou et d'autres négociants notables qui ont leurs comptoirs dans la « ligne » de Chine, ne dînent qu'entre 6 et 7 heures chez Nikita, le restaurateur fashionable, au champagne, leurs voisins d'ancien régime, dans les « lignes » les plus voisines (les quartiers des toiles, des fourrures, etc.), terminent leur repas à midi et l'arrosent en abondance de leur unique boisson. L'eau-de-vie russe. »

La location des boutiques, dont le nombre dépasse 6 000, sans compter celles des restaurateurs, des aubergistes, des forgerons, etc., et les baraques des saltimbanques (ces dernières dans le faubourg de Kunavino), rapporte à l'État un revenu qui ne cesse de s'accroître : il montait en moyenne à 93 363 roubles⁽²⁾ en 1825, à 118 716 en 1835, à 158 814 en 1845, à 170 000 en 1870 ; actuellement il atteint 300 000 roubles.

(1) On appelle « boutiques » tous les lieux où se fait le commerce de la foire, soit en gros, soit en détail. Beaucoup de ces boutiques ne sont destinées qu'aux opérations de comptoir, de bourse et de banque. Chaque boutique possède au 2^e étage des chambres où logent les marchands et leurs serviteurs. La suite des commerçants est souvent très nombreuse. Plusieurs gros négociants amènent à la foire jusqu'à 50 personnes, commis et domestiques.

(2) Le rouble vaut 2 fr. 56 c.

(4) La foire de Nijnii-Novgorod est encore appelée par le peuple du nom de son ancien emplacement Makary.

Malgré les difficultés qu'on éprouve à établir des données statistiques exactes sur le mouvement des affaires qui se traitent pendant la courte durée de ce vaste marché (du 5 août au 15 septembre), nous croyons qu'on peut en avoir une idée suffisamment exacte d'après les chiffres suivants que nous empruntons au journal russe du Ministère des Finances et qui représentent le total des apports annuels à la foire de Nijnii depuis l'année 1817 :

Années	Total des apports en millions de roubles	Années	Total des apports en millions de roubles
1817	30	1877	145
1820	45	1878	141
1825	22	1879	181
1830	35	1880	200
1840	55	1881	246
1850	58	1882	223
1855	70	1883	201
1860	105	1884	205
1865	110	1885	186
1870	140	1886	190
1874	180	1887	193
1875	170	1888	190
1876	169		

D'une façon générale, on peut estimer que le chiffre des ventes est de 15 % environ inférieur à celui des apports.

ordinaires à « Makary », on le soupçonne, avec raison le plus souvent, d'être dans de mauvaises affaires, et ses créanciers n'hésitent pas à passer chez lui pour se faire payer. Aussi la situation de chaque commerçant s'ébruite et se dévoile à la foire de Nijnii beaucoup mieux que sur tout autre point de la Russie.

Le marché de Makary, cette réunion temporaire d'hommes la plus variée du monde, reflète donc l'activité commerciale à tous ses degrés et sous toutes ses formes, depuis les opérations en gros les plus considérables, même les opérations internationales qui mettent en mouvement des millions de roubles, jusqu'au commerce en détail le plus infime ; depuis la vente des énormes stocks de fer de l'Oural ou des balles de coton d'Asie, jusqu'à la vente de l'image sainte que le paysan emporte pour orner son isba.

Il est certain, et les chiffres que nous avons donnés plus haut le font voir, que la foire de Nijnii-Novgorod n'a cessé de s'accroître quantitativement dans tout le cours du siècle actuel, et cela malgré le développement des moyens de communication, malgré les nouveaux procédés techniques, malgré les perfectionnements du commerce, malgré la disparition de la plupart des autres grandes foires européennes. D'ailleurs, ce fait se manifeste en dehors des statistiques, dont l'exactitude peut toujours être soupçonnée, surtout en Russie, par l'augmentation du nombre des boutiques, des entrepôts, des magasins et de leurs dimensions, ainsi que par l'extension topographique de l'emplacement général de la foire.



Fig. 3. — Foire de Nijnii-Novgorod : la ligne de Chine.

Le chiffre qui représente le nombre maximum d'individus qui se sont trouvés à la foire de Nijnii, en une seule journée, a diminué dans son mouvement général : il est tombé de 255 000 en 1859, à 225 000 en 1875, et ne dépasse pas actuellement 180 000.

La diminution du chiffre de la plus grande agglomération du public ne prouve pas la diminution du nombre des visiteurs : elle s'explique par ce fait, que les commerçants, en raison des facilités de transport et aussi du caractère de bourse temporaire et de lieu de liquidation des paiements que prend la foire à notre époque, n'y viennent plus que pour des laps de temps fort courts, et au lieu d'y séjourner pendant toute sa durée, comme autrefois, renouvellent leurs voyages à plusieurs reprises.

D'ailleurs, un grand nombre de négociants se rendent à « Makary » sans marchandises, uniquement pour y régler leurs comptes. C'est à ce marché que se règlent, en effet, une grande partie des comptes des autres foires et des opérations qui s'effectuent ailleurs. Si, par hasard, un visiteur habituel ne vient pas chercher ses approvisionnements

Il faut chercher la raison de la prospérité du marché de Makary, d'abord dans la situation géographique si favorable qu'occupe la ville de Nijnii-Novgorod, reliée plus ou moins par des voies d'eau aux contrées les plus diverses et les plus éloignées de l'empire russe : or, en dépit des chemins de fer, les voies d'eau dominent en Russie toutes les autres voies de communication intérieures et déterminent la direction de toutes les routes commerciales. Il faut ensuite chercher la raison de cette prospérité dans les conditions physiques et économiques de la Russie, qui favorisent encore à un certain degré le commerce forain et entravent le commerce régulier ; ces conditions ne peuvent se changer rapidement et elles soutiendront encore longtemps les foires russes et particulièrement celle de Nijnii. « Toutes ces conditions, dit l'écrivain russe que nous avons déjà cité, peuvent se modifier plus lentement que partout ailleurs dans l'Orient, qui constitue un élément si essentiel du marché de Makary. Les éléments asiatiques qui se mêlent, jusqu'aujourd'hui, chez nous aux coutumes commerciales européennes, même dans l'intérieur de la Russie, sont

particulièrement puissants à la foire de Nijnii. Ainsi, en général, le commerce forain n'existe plus dans la Russie occidentale, où les conditions favorables à ce genre de commerce sont plus faibles qu'à l'orient.

Nous allons donner maintenant quelques renseignements extraits des documents officiels, sur les différentes transactions auxquelles la foire de Nijnii a donné lieu dans ces dernières années, en 1888 principalement.

La valeur des marchandises apportées à la foire se subdivise comme suit pour les années 1879, 1884, 1885 et 1888 :

Désignation des marchandises	Valeur des marchandises en roubles			
	1879	1884	1885	1888
Marchandises de la Russie d'Europe	148.000.000	168.754.046	152.985.333	152.887.777
Marchandises du Caucase, — de Boukhara, de Khiva et de Tachkent.	1.500.000	451.350	425.300	640.875
Marchandises étrangères : Denrées coloniales, produits manufacturés, instruments, outils, machines, etc.	4.000.000	3.812.045	4.606.750	6.953.460
Matières tinctoriales, drogues, produits pharmaceutiques	6.000.000	3.655.530	4.017.925	2.432.325
Marchandises de la Chine. — de la Perse.	5.000.000	5.062.889	5.708.975	5.479.850
	9.000.000	19.115.150	15.613.690	18.529.928
	3.500.000	4.164.900	2.739.000	3.446.950
	177.000.000	205.015.901	186.096.973	190.371.165

Le coton, sous le rapport de la quantité et de la variété, occupe le premier rang à la foire : c'est le pivot dont dépendent les destinées d'une foule d'autres marchandises, et le dénouement des affaires sur ce produit est celui d'une masse d'autres affaires. D'ailleurs l'industrie cotonnière a pris un si grand développement en Russie, que ce pays tient aujourd'hui le troisième rang, parmi les contrées d'Europe, pour la consommation du coton (environ 80 millions de kilogr. par an). Les découvertes scientifiques ne se sont appliquées nulle part aussi rapidement que dans le domaine de cette industrie et aucune autre branche ne présente une concurrence intérieure aussi active.

L'apport des fils et tissus de coton s'élevait, l'année dernière, à la valeur de 28 166 230 roubles. A la fin de la foire, le stock des marchandises de coton non vendues atteignait 12 % de l'apport.

Sur les cotons et quelques autres articles, la différence entre le prix de foire, en gros, qui lui-même dépasse un peu le prix de fabrique et le prix de détail, dans les petites villes, atteint quelquefois 10 copecks⁽¹⁾ par archine (0^m 71). Voilà la source des gros bénéfices du commerce russe, bénéfices impossibles dans l'Europe occidentale. Ce fait tient essentiellement au manque de développement de la concurrence locale.

En 1888, les produits manufacturés de lin et de chanvre représentaient une valeur de 2 622 275 roubles et comprenaient surtout des tissus de qualité inférieure, tels que toiles grossières pour chemises et doublures, mouchoirs, sacs en toile, etc.

Les manufactures de Jaroslavl et de Kostroma avaient expédié à Nijnii plus de 4 millions et demi d'archines de toile. Cette marchandise fut vendue à bas prix à des négociants de Moscou, de Saint-Petersbourg et du Caucase.

L'industrie du lin, si brillante encore au commencement du siècle, a été écrasée par celle du coton. Cela tient surtout à ce que les étoffes de coton sont bien meilleur marché que celles de toile, en Russie comme dans toute l'Europe. De plus, les produits en toile sont ordinairement plus lourds que ceux en coton ; c'est là un inconvénient qui a son importance, vu la difficulté des moyens de transport dans un grand nombre de contrées de l'empire. D'ailleurs, en Russie l'on ne peut guère s'étonner de l'abandon où se trouvent les produits en lin, lorsque ce n'est pas seulement chez ce que l'on appelle le bas peuple qu'un drap de lit, une taie d'oreiller, une serviette, sont une rareté ; on constate encore l'absence de linge, paraît-il, dans certaines maisons de négociants remplies de meubles recouverts de soie, de bronzes d'art et de tous les objets du luxe le plus raffiné.

D'énormes achats de fourrures se pratiquent de longue date à la foire de Nijnii-Novgorod par les juifs allemands de Leipzig et par les agents étrangers qui demeurent à Saint-Petersbourg. Disons en passant que le nombre des Allemands fréquentant le marché de Makary s'est beaucoup accru dans ces derniers temps.

La valeur de l'apport des peaux et pelleteries s'est élevée à 8 722 675 roubles en 1888. Il y avait pour plus de 5 millions de roubles de fourrures. A l'exception des peaux d'écureuil du Ienisséï, des peaux de lièvre, de martre et de loup, dont le commerce est peu important, tout le stock de peaux pour fourrures apporté à Nijnii fut vendu. Une grande quantité de peaux d'écureuil, de renard blanc, d'ours et de queues d'écureuil est exportée en France, en Angleterre et à Leipzig pour la confection des boas pour dames. L'année dernière, il a été

acheté pour Kiakhla, le grand centre du commerce d'échanges avec la Chine, 800 000 peaux de renard et 12 200 peaux de lynx.

Voici les derniers prix de quelques peaux pour fourrures vendues à la foire de Nijnii-Novgorod :

Lièvre roux	35 copecks (90 centimes) la peau.
— blanc	10 à 12 copecks (25 à 30 centimes) la peau.
Ecureuil de Sibérie	16 à 38 — (41 à 97 —) —
Marmotte	20 à 25 — (51 à 64 —) —
Martre	2 roubles 10 copecks (5 fr. 36 c.) —
Loup	3 roub. à 4 roub. 20 cop. (7 fr. 68 à 10 fr. 75) la peau.
Renard	5 à 6 roubles (12 fr. 80 à 15 fr. 36) la peau.
Lynx	8 à 9 — (20 fr. 48 à 23 fr. 04) —
Ours	10 à 35 — (25 fr. 60 à 89 fr. 60) —

On comptait, à la foire de 1888, environ 300 000 peaux de veau brutes, dont les trois quarts ont été achetées par des maisons de Hambourg, de Francfort-sur-Mein et de Berlin, à des prix variant de 17 à 18 1/2 roubles le poud (16^{kil} 382).

La majeure partie des peaux d'agneau sont livrées à des maisons allemandes pour la fabrication des gants.

Les peaux de chèvre (de Kazan) sont un article très recherché depuis quelques années à Nijnii. Les peaux de chèvre lourdes sont surtout demandées par les États-Unis ; on les vend de 130 à 140 copecks (3 fr. 33 à 3 fr. 58) pièce. Celles de chèvre et de chevreau employées dans la fine peausserie sont principalement achetées pour la France.

Voici quels étaient à la dernière foire les prix des peaux de bœuf, de vache et de cheval :

Peaux de bœuf et de vache de 7 à 12 livres, 10 1/2 à 13 roubles par poud ⁽¹⁾ .	
— — — — —	12 à 17 — 16 à 20 — —
— — — — —	18 à 24 — 14 à 17 — —
Peaux de cheval, la pièce	3 à 5 — —

En 1884, notamment, la France a fait l'achat de 500 000 peaux de poulain vendues 75 copecks pièce.

L'un des commerces les plus importants de la foire est celui des métaux, le fer particulièrement.

La valeur de l'apport des métaux s'est élevée à 14 452 158 roubles en 1884 et à 22 833 759 roubles en 1888. Voici, pour cette dernière année, comment se répartissaient ces marchandises :

	Valeur	Quantité
Fer de toute espèce	14.833.660 roubles	7.713.811 pouds
Acier	175.024 —	77.253 —
Rails	629.998 —	414.773 —
Fonte	865.604 —	846.308 —
Cuivre	530.347 —	34.537 —
Ouvrages en fer et en acier. — cuivre.	3.803.914 — 1.992.450 —	

C'est la région industrielle de l'Oural et le gouvernement de Viatka qui fournissent la majeure partie des métaux bruts et demi-ouvrés qui figurent à la foire de Nijnii. Les établissements métallurgiques de ces provinces ne peuvent écouler leur production qu'à une seule époque de l'année, au printemps, lorsque, après la fonte des neiges, les rivières et les voies fluviales sont devenues navigables.

Ces usines ont écoulé, en 1888, sur les marchés russes, 12 374 281 pouds de métaux bruts et demi-ouvrés, représentant une valeur de 23 millions et demi de roubles. Sur cette quantité, 8 490 334 pouds ont été transportés à la foire de Nijnii.

Voici quels ont été les prix de vente par poud :

Fers façonnés de	1 rouble 55 copecks à 1 rouble 80 copecks.
Tôles fines 1 ^{er} choix, polies	2 — 70 —
— 2 ^e — —	2 — 30 —
— 1 ^{er} — mates	2 — 60 —
— 2 ^e — —	2 — 20 —
Tôles pour chaudières	2 — 70 — à 2 roubles 80 copecks.
Rails	1 — 55 —
Fonte	70 à 85 copecks le poud.

C'est à Nijnii que se concentre le commerce du fer sous toutes ses formes ; de là il va se répandre dans toute la Russie d'Europe. Ce commerce est entre les mains de trois ou quatre capitalistes qui achètent tous les ans des quantités énormes aux maîtres de forges, leur donnent des arrhes jusqu'à la foire suivante, acquièrent en échange de ces arrhes le privilège de disposer du fer qui arrive, le vendent dans le courant de l'année à de petits commerçants locaux et règnent tout-puissamment sur le marché du fer et sur la cote annuelle des prix de la foire de Nijnii. Cependant depuis peu la vente directe du fer des maîtres de forges de l'Oural aux commerçants des villes qui viennent à Nijnii de tous les points de la Russie se développe de plus en plus. Les progrès du crédit de banque et des voies de communication contribuent à cette nouvelle direction du commerce du fer.

La valeur de l'apport des grains, graines, farines, etc., à la foire de 1888, représentait une somme de 3 663 720 roubles. Voici quelques prix :

(1) Le copeck vaut environ 0 fr. 025.

(1) Le poud correspond à 16^{kil} 382.

Seigle (le tchetwert de 9 pouds) . . .	45 à 58 copecks.
Froment (— 10 —) . . .	85 à 135 —
Orge (le sac de 8 pouds)	51 à 60 —
Avoine (le sac de 6 pouds)	43 à 53 —
Farine de seigle (— 10 —)	49 à 61 —
— de froment (— 5 —)	145 à 240 —

Notons aussi l'apport du sucre raffiné, qui s'est élevé à 320 000 pouds. Le sucre raffiné de l'Ukraine se vendait 5 roubles 30 cop. à 5 roubles 65 cop., et celui des sucreries moscovites 5 roubles 50 cop. à 5 roubles 75 cop. le poud.

Une nouvelle branche de commerce acquiert une grande importance à la foire: c'est le naphte sous ses différentes formes. L'année dernière on a vendu 10 $\frac{1}{2}$ millions de pouds de résidu de naphte à raison de 15 copecks le poud. Environ 100 000 pouds de naphte ont trouvé acheteurs à 17 et 18 copecks le poud.

Le suif, le tabac, le crin, les chiffons, la verrerie, la céramique, etc., etc., donnent aussi lieu annuellement à d'importantes transactions dans le détail desquelles nous croyons inutile d'entrer.

Nous mentionnerons toutefois un commerce qui se trouve en contact avec tous les autres et leur est également nécessaire, c'est celui des monnaies, qui continue à se produire dans les boutiques des changeurs. Ce genre de commerce a eu de tout temps un grand développement à la foire, surtout parce que les espèces sonnantes s'y vendent pour l'Asie. C'est ici qu'on peut voir, indépendamment des monnaies russes, tous les métaux précieux et toutes les monnaies possibles pouvant avoir cours en Asie et surtout en Chine, puisque c'est pour faire l'achat du thé qu'on les achète à la foire, par exemple l'argent chinois. Mais (on trouve de tout à la foire de Nijnii-Novgorod, même des arguments en faveur de la liberté de la presse) les changeurs se plaignent que leurs bénéfices deviennent médiocres depuis que chacun lit les journaux et y prend connaissance des cours de bourse avant d'acheter ou de vendre les espèces.

Les apports de provenance étrangère comprenaient, en 1888, les marchandises suivantes:

Fils de soie, de laine et de coton . . .	132.600 roubles.
Tissus	252.510 —
Vins et liqueurs	969.500 —
Café	89.500 —
Huile d'olive	99.875 —
Bijouterie	172.500 —
Machines et instruments	682.800 —
Marchandises diverses	32.050 —

TOTAL 2.432.325 roubles.

Autrefois le thé de Kiakhta constituait le principal des articles vendus à la foire. L'arrivée et la vente de ce thé coïncidaient avec le maximum de l'animation des affaires et exerçaient une influence décisive sur l'issue générale de la foire. Aujourd'hui c'est le coton, comme nous l'avons vu, qui joue ce rôle prépondérant. La seule marchandise que la Chine envoie au marché de Makary se compose exclusivement de thé de diverses espèces et qualités. Sa valeur s'élevait en 1888 à 18529920 roubles.

Depuis l'ouverture du canal de Suez, le thé de Kiakhta ou des caravanes, expédié par terre à la foire, a été supplanté par le thé de Canton, qui arrive par mer, des ports orientaux de la Chine à Odessa, puis à Nijnii et coûte beaucoup moins cher. Cependant, malgré son prix, le premier trouve encore de nombreux acheteurs, car il paraît que son goût est préférable à celui du thé de Canton: ce fait s'explique ordinairement par une différence dans les procédés de préparation (le séchage principalement).

Le paiement des thés de Chine se fait à 12 mois de terme. L'année dernière, à Makary, l'escompte des effets à 12 mois de date variait de 6 $\frac{3}{4}$ à 7 %.

Les marchandises de Boukhara, de Khiva et de Tashkent apportées à la foire de 1888 représentaient une somme de 6 953 460 roubles. Ces deux premières contrées avaient expédié 290 000 pouds de coton.

La vente des produits de l'Asie centrale s'élevait à 2 900 000 roubles.

La Perse avait envoyé pour 3 $\frac{1}{2}$ millions de roubles de marchandises, se décomposant ainsi:

334 400 pouds de raisins secs,	
210 000 peaux d'agneau,	
144 000 pouds de riz,	
175 000 pouds de bois d'ébénisterie,	
90 000 pouds de coton qui, n'ayant pu se vendre à Nijnii,	
furent dirigés ensuite sur Moscou.	

Le Caucase envoie à la foire des bois d'ébénisterie, des pelleteries, des fruits secs, des vins et des tissus de soie.

Les vins du Caucase sont très répandus en Russie. Ils coûtent sur place de 30 copecks à 1 rouble la bouteille. La production annuelle est d'environ 10 millions de védros (1 védro = 12,29 litres).

On voit, par ce qui précède, que le commerce asiatique, et particulièrement l'importation des marchandises de l'Orient, conservent encore une grande importance à la foire de Nijnii-Novgorod: il est

même très probable qu'ils la conserveront dans l'avenir plus que tout autre commerce, car les peuples asiatiques, comme tous les peuples d'une civilisation peu avancée, ont une inclination particulière et un goût très prononcé pour le commerce de foire. Ce mode de trafic répond à toutes les conditions et à toutes les habitudes de leur existence.

Il est bien évident, en effet, que le développement du commerce stable, sédentaire, régulier, au détriment du commerce forain, est un progrès incontestable dans l'histoire de toute économie nationale. Bien loin d'être la preuve de l'état florissant du commerce, les foires ne peuvent exister, au contraire, que dans les contrées où il est médiocre: c'était déjà l'opinion de Turgot voilà un siècle; c'est encore celle de tous les économistes à notre époque. Cette opinion, d'ailleurs, est fortifiée non seulement par des considérations théoriques, mais encore par l'expérience historique. Toutes les foires autrefois si prospères et qui ont représenté des centres de commerce considérables ont disparu dans l'Europe occidentale et ont été remplacées par des centres de commerce permanents.

Si les foires de Leipzig, par exemple, ont longtemps conservé leur importance commerciale et la conservent encore à un certain degré, c'est au voisinage de l'Europe orientale, avec ses grandes distances et sa civilisation retardée, qu'elles le doivent. D'ailleurs, ces foires ont pris de plus en plus le caractère de bourse: ce sont des réunions périodiques de commerçants qui viennent pour établir leurs prix, faire leur liquidation, prendre des commandes et vendre sur échantillons.

La foire de Nijnii-Novgorod elle-même, nous l'avons déjà dit, tend à se transformer en bourse temporaire. En même temps que son développement absolu quantitatif se manifeste d'une façon positive, sa portée relative comme organe de l'approvisionnement des marchés intérieurs locaux diminue.

Les quelques renseignements que nous venons de fournir sur la foire de Nijnii-Novgorod montrent suffisamment quels liens puissants l'unissent encore à la vie économique de la Russie tout entière, malgré la lente transformation qu'elle subit dans le sens que nous avons indiqué. Si nous avions pu nous étendre plus longuement sur l'histoire de ce grand marché de l'Orient, on aurait vu à quels besoins impérieux il devait répondre pour avoir pris, malgré certains règlements administratifs, mal conçus et bien faits pour la restreindre, une extension qui ne s'est point arrêtée depuis plusieurs siècles.

Les conditions actuelles de notre commerce et de notre industrie sont trop différentes de ce qu'elles sont en Russie pour que l'étonnante prospérité de la foire de Nijnii-Novgorod puisse servir d'argument, selon nous, à ceux qui regardent comme susceptible d'un succès durable la création d'un marché analogue à Paris, qui constitue déjà par lui-même l'un des plus vastes marchés du monde et le principal centre d'affaires de notre pays.

JAMES GROSCLAUDE,
Ingénieur des Arts et manufactures.

MINES

OURO PRETO ET LES MINES D'OR (BRÉSIL)

(Suite ¹.)

§ 3. — Méthodes d'exploitation des dépôts d'alluvions. — Les anciens mineurs distinguaient trois catégories de dépôts d'alluvions aurifères (2) :

Les *veios*, alluvions formant le lit proprement dit des rivières ;

Les *taboleiros*, dépôts occupant les bords des rivières, à un niveau légèrement supérieur à celui des dépôts précédents ;

Les *gupiaras*, dépôts plus élevés, souvent accolés aux flancs des montagnes, provenant généralement d'anciens lits que les cours d'eau ont abandonnés par suite des nombreuses révolutions du globe ou en se creusant peu à peu un nouveau lit situé souvent bien au-dessous de l'ancien.

Dans tous ces dépôts, ce qu'ils recherchaient c'était le *cascalho*, formé de cailloux ronds et lisses dans les *veios* et *taboleiros*, et plutôt anguleux et âpres dans les *gupiaras* pour avoir été moins roulés par les eaux.

Ils avaient constaté que le dépôt de *cascalho*, atteignant quelquefois plusieurs décimètres d'épaisseur, reposait généralement sur des roches dures en forme de dalles (certainement des quartzites) ou sur une couche d'argile schisteuse assez onctueuse, la *piçarra*, sur laquelle se trouvait en grande partie l'or en grains ou en paillettes, déposé mécaniquement. Une fois cette dernière couche atteinte, ils ne poussaient pas plus loin leurs investigations : le *serviço* avait pris fin. Dans les rivières, le *cascalho* riche se trouvait tantôt à fleur du lit, tantôt recouvert d'une couche de graviers plus fins, mêlés de sable, le *cascalho bravo*. Dans les *taboleiros* et *gupiaras*, ils devaient, pour

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 43, p. 285, et n° 44, p. 303.

(2) *Memoria sobre a capitania de Minas Geraes*, par JOSÉ VIEIRA COUTO (*Revista do Instituto*, 2^e série, tome IV, 1848).

arriver au cascalho aurifère, creuser la terre ordinairement rouge qui se trouvait à la surface, sur une profondeur de 2 à 4 mètres et même plus; ils rencontraient ensuite un lit de graviers, souvent agglutinés ensemble avec du sable ou quelquefois formant une masse compacte et très dure avec de l'hématite, la canga (¹). Après avoir retiré les graviers où déjà l'or se rencontrait, apparaissait le cascalho, formé de cailloux plus gros.

Nous sommes donc amenés à étudier successivement les divers travaux exécutés pour extraire l'or des alluvions déposées dans les lits ou sur les bords des rivières ou aux flancs des montagnes.

1^o TRAVAUX DANS LES LITS DES RIVIÈRES (*Serviço dos veios*). — Le cascalho aurifère se trouvant à découvert dans les rivières, c'est lui que les premiers explorateurs recherchèrent de préférence.

En raison de sa facilité de traitement, on s'explique la venue aussi rapide d'un grand nombre d'aventuriers, attirés à la fois vers l'exploitation des rios. Dans le principe, ces hommes, dépourvus de tous moyens, extrayaient l'or en entrant dans l'eau pour remuer avec des pieux effilés les sables, qu'ils recueillaient ensuite dans de petits vases, plats d'étain ou gamelles de bois, dans lesquels ils séparaient les grains d'or avec les doigts, rejetant ensuite le sable dans la rivière. Aux gamelles de bois ils substituèrent plus tard un vase en forme d'entonnoir ou de cône fortement évasé, la *batée* (fig. 1), probablement importée d'Afrique lors de l'introduction des nègres dans la colonie. Après avoir mis dans la batée une certaine quantité de cascalho riche et d'eau, lui imprimant un mouvement giratoire accompagné de légères saccades, ils arrivaient ainsi à rejeter peu à peu au dehors la terre et les graviers, tandis que l'or, plus pesant, se réunissait dans le fond.

Ce mode simple d'exploiter le cascalho des rios s'est conservé jus-



Fig. 1. — Coupe et plan d'une batée.



Fig. 2. — Faiscador faisant apparaître l'or dans la batée.

qu'à nos jours par les *faiscadores* qui, pendant la saison des pluies, s'en vont rechercher l'or apporté par les alluvions fraîchement déposées dans le cours d'eau, après les fortes crues. Le faiscador a pour cela établi auparavant de chaque côté de la rivière, à l'aide de pieux et branchages, de petites digues transversales allant alternativement d'une rive vers le milieu de l'eau, de manière à rompre le courant et à obliger les matières entraînées à se déposer. Quand, après de fortes pluies, le dépôt a atteint une certaine épaisseur, armé d'une batée de 60 à 75 centimètres de diamètre, il entre dans l'eau souvent jusqu'aux genoux et enfonce sa batée dans le cascalho du rio, puis, la maintenant dans l'eau, il lui imprime quelques secousses de côté et d'autre, afin que la terre et les sables légers soient emportés par le courant, tandis que le cascalho et l'or, plus lourds, s'accumulent au fond. Relevant alors la batée, il fait la séparation de l'or en rejetant peu à peu les matières stériles par la rotation, exactement de la même manière que les anciens laveurs (fig. 2). La poudre d'or est ensuite recueillie dans une bourse en cuir qu'ils portent à la ceinture. Ce sont ordinairement des nègres pauvres qui s'adonnent à ce travail, excessivement pénible à cause de la différence de température supportée par le corps, qui se trouve exposé, en haut aux rayons d'un soleil ardent, en bas au froid de l'eau courante : aussi ne peuvent-ils travailler que durant quelques heures; ils se contentent, du reste, d'un faible gain, et, sitôt qu'ils ont amassé suffisamment pour vivre pendant une semaine, le reste du temps ils ne font rien.

Ce moyen primitif d'exploitation s'améliora peu à peu, d'autant plus que les laveurs d'or, qui, dans les premiers temps, s'attaquaient au cascalho riche le plus accessible, se trouvèrent bientôt en présence de cascalho situé à une plus grande profondeur sous l'eau ou recouvert d'une couche plus ou moins épaisse de cascalho stérile, déposé naturellement ou provenant des rejets de lavage.

C'est ainsi qu'ils furent amenés à employer des procédés moins simples que nous allons décrire successivement (²).

(1) *Historia geral do Brazil*, par le vicomte de PORTO SEGURO.

(2) *Pluto Brasiliensis*, par Von ESCHWEGE. Berlin, 1833. *Art und Weise des Betriebes der Gold-grubereien*.

Méthode de déviation des cours d'eau par barrage et canal latéral. — Ce système consistait à détourner les eaux du lit du fleuve, en creusant un canal latéral sur une des rives, et en établissant près de l'entrée un barrage fait de fascines recouvertes de terre et de pierres, de manière à diriger les eaux dans leur nouveau lit.

Les mineurs pouvaient alors commencer leurs travaux d'exploitation dans la partie du lit ainsi mise à découvert, mais comme les excavations produites se remplissaient rapidement d'eau filtrant du barrage et du canal, ils étaient obligés d'épuiser constamment. Dans les premiers temps, ils faisaient l'épuisement à bras avec des batées et des *carombés* (caisse en bois carrée, évasée par le haut); plus tard ils employèrent le chapelet à caisson incliné, mis en mouvement par des esclaves ou par une roue hydraulique. Ces machines incommodes ne pouvaient malheureusement convenir que pour des épuisements à petite profondeur et présentaient l'inconvénient d'exiger, pour leur déplacement, le concours d'un grand nombre de bras; plus de 50 esclaves avaient souvent de la peine à mouvoir ces masses énormes, et cette manœuvre devait se répéter plusieurs fois dans une même exploitation. On juge des difficultés de l'épuisement dans de pareilles conditions, et des entraves apportées au travail.

En outre, pour l'extraction et le transport du cascalho hors du rio, point de machines ni de wagonnets : munis de l'*alavanca*, barre de fer servant de levier, de la *cavadeira*, sorte de ciseau en fer à bout plat et tranchant avec manche en bois (fig. 3), et de l'*almocafre*, pelle recourbée et pointue (fig. 4), les mineurs attaquent le cascalho,



Fig. 3. Cavadeira.

Fig. 4. Almocafre.

Fig. 5. — Nègre porteur de cascalho, avec sa carombé.

tandis que des esclaves, une carombé de petite capacité placée sur la tête, vont et viennent d'une allure lente et paresseuse, du matin au soir, pour porter ainsi chaque fois une faible charge aux dépôts de la rive (fig. 5). Et pourtant le temps presse. Tous ces travaux, il faut les exécuter pendant la saison sèche; vienne une forte pluie, le rio va monter rapidement, le barrage sera emporté, noyant les travaux, et c'est à peine s'ils auront le temps de sauver leurs grosses machines d'épuisement : une crue du rio aura suffi pour détruire en quelques heures des ouvrages exécutés à grand prix, en plusieurs mois. Que de fois n'est-il pas arrivé que, s'étant attardés dans leurs travaux préparatoires de détournement du rio et d'épuisement, ils ont été surpris par les pluies avant d'avoir pu retirer une seule batée de cascalho riche. Et souvent, dans les derniers temps, ils éprouvaient une déception plus grande encore, quand, tombant sur une partie du rio déjà exploitée, ils n'y trouvaient plus que du cascalho pauvre.

Si les rives du rio étaient escarpées ou présentaient trop de difficultés pour que l'on pût creuser un canal sur un des côtés, ils établissaient une digue longitudinale qui partait d'un des bords jusque vers le milieu de la rivière, où elle suivait la direction du courant sur une certaine longueur et revenait ensuite gagner la rive, de manière à former un batardeau enclavant ainsi une partie du lit sur la moitié de la largeur du rio (fig. 6). Cette digue, faite de fascines



Fig. 6. — Batardeau pour l'exploitation du lit des rivières.

Fig. 7. — Outil pour la pêche du cascalho.

entremêlées de pierres et de terre, une fois terminée, l'enceinte était mise à sec à l'aide des chapelets hydrauliques, et le travail s'exécutait de la même manière que le précédent, rejetant dans la rivière le cascalho brave qui pouvait recouvrir le cascalho riche, tandis que

PONT TOURNANT DE DRYPOOL

Fig.1. Elévation.

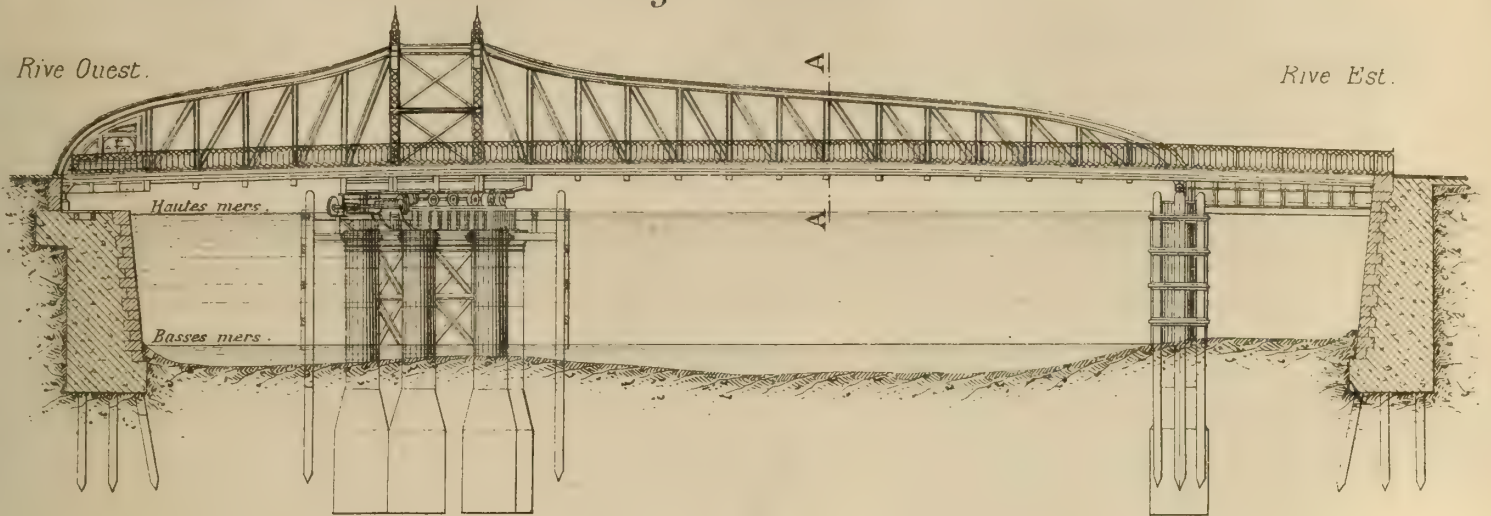
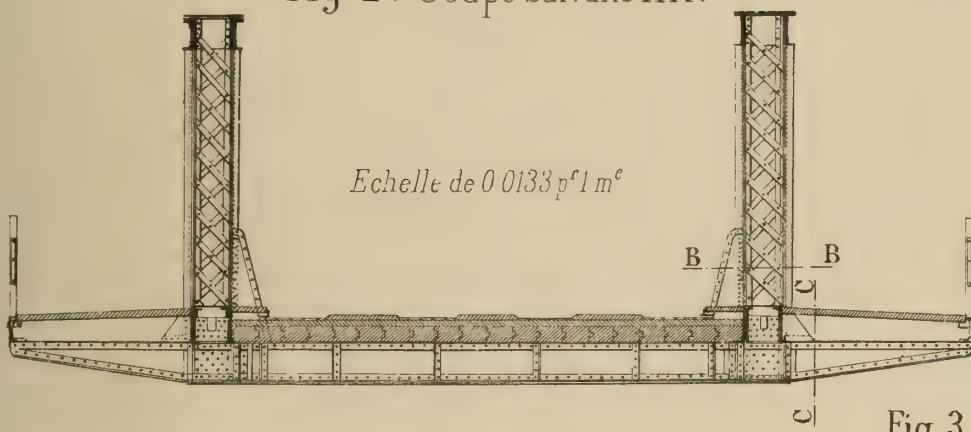


Fig. 2. Coupe suivant AA.



Sondage sur la rive Ouest. Sondage sur la rive Est.

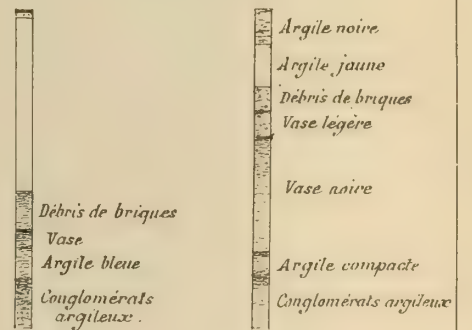


Fig.3. Coupe par l'axe de la plaque tournante

Fig.4. Coupe transversale de la partie fixe.

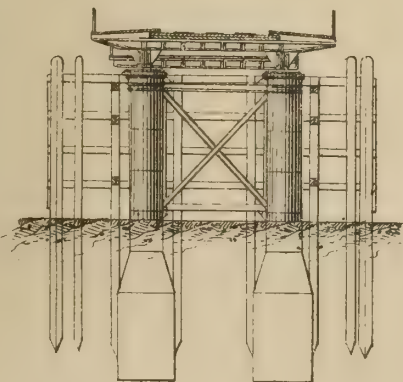


Fig.5. Coupe suivant BB.

Echelle de 1/101

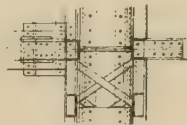
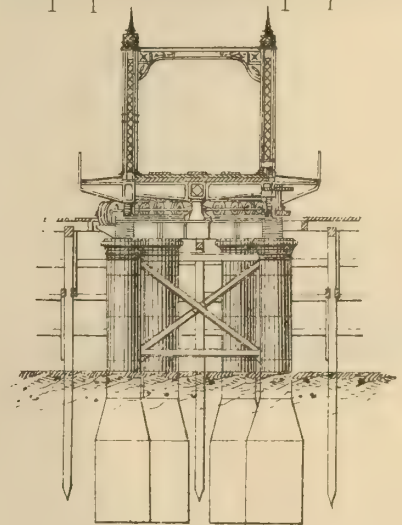
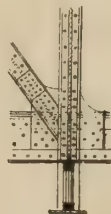


Fig.6. Coupe suivant CC.

Fig 1 3.4 : Echelle de 0^m003 p' m'

celui-ci était transporté aux dépôts. Ces parties du lit ainsi asséchées étaient ordinairement de faible étendue, par suite du peu de temps dont on disposait avant les pluies, et à cause des plus grandes difficultés d'épuisement dues aux infiltrations à travers la digue, plus fortes que celles du canal.

Méthode de la pêche du cascalho. — Lorsque les rios étaient trop larges ou trop profonds pour qu'il leur fût possible d'établir un barrage ou une digue, les mineurs avaient alors recours à cette méthode très simple, mais aussi incertaine que celle des faiscaidores.

L'instrument employé pour la pêche est un sac en cuir passé dans un fort anneau de fer, qui se prolonge d'un côté en forme de pelle pointue et porte du côté opposé un œillet permettant d'y fixer une longue perche (fig. 7).

Les pêcheurs d'or, montés dans une barque, s'avancent sur le rio, et, lançant avec force leur outil, ils le font pénétrer dans le fond; le sac se remplit de cascalho, et son contenu est ensuite versé dans la barque. Ils répètent cette même opération jusqu'à ce que la barque soit pleine; puis ils vont déposer leur chargement aux dépôts de lavage, sur le bord de la rivière.

Ce mode d'exploiter aurait été, au dire de Von Eschwege, assez productif. Il cite même à ce propos la formation d'une Compagnie brésilienne, vers l'année 1817, pour pêcher l'or dans le Rio Parahybuna: elle aurait obtenu de bons résultats, mais une administration déplorable aurait obligé la Société à liquider et les associés auraient tout perdu.

Ces divers modes d'exploiter les rios ont dû être bien productifs pour ne pas rebuter les mineurs, malgré les difficultés sans nombre provenant tant des moyens primitifs dont ils disposaient que des obstacles que leur opposait la nature, au point qu'ils ne les abandonnèrent qu'après avoir manié et remanié leurs lits en tous sens et avoir perdu toute espérance d'y découvrir encore quelques vestiges du précieux métal.

(A suivre.)

PAUL FERRAND,
Professeur à l'École des Mines d'Ouro-Preto (Brésil).

TRAVAUX PUBLICS

PONT TOURNANT DE DRYPOOL A HULL

(Planche XXX.)

Le pont tournant de Drypool, dont nous empruntons la description et le dessin au journal *The Engineer*, traverse la rivière de Hull et met en communication les vieux quartiers de la ville avec la partie orientale. A cet endroit, la largeur de la rivière est de 54 mètres; la longueur totale de l'ouvrage atteint 59^m 10, et la largeur utilisable pour les bateaux est de 24 mètres. Il est divisé en deux parties: l'une, à l'est, très courte et fixe; l'autre, mobile et tournant sur une plaque supportée par 6 caissons cylindriques foncés près de la rive ouest (fig. 1, planche XXX). Deux autres caissons, foncés près de la rive est, supportent l'extrémité ouest de la partie fixe et l'une des volées de la partie mobile quand le pont est ouvert au trafic. Aux deux extrémités de l'ouvrage sont construits des murs de quais assez courts et constitués par un massif de béton de ciment dans la proportion de 1 de ciment pour 6 de sable et gravier; les revêtements sont faits en pierres de Bramley Fall. Les massifs reposent sur des pilots de 4^m 50 de hauteur, foncés de 1^m 20 dans un conglomérat argileux, ce qui correspond à un fonçage à une profondeur de 12 mètres au-dessous du niveau des hautes eaux.

Les caissons cylindriques sont en fonte, avec un diamètre de 2^m 40 à la base, et se raccordent par une partie conique à un diamètre de 1^m 50, à 5^m 50 au-dessus de la base (fig. 1). On les a foncés par le procédé ordinaire, c'est-à-dire en les protégeant par un batardeau et en excavant à l'intérieur, puis en chargeant la partie supérieure; ils descendent jusqu'à 13^m 50 au-dessous du niveau des hautes eaux, et à 6 mètres environ au-dessous du lit de la rivière. Ils ont été remplis de béton de ciment avec 1 de ciment pour 5 de sable et graviers, et chacun d'eux a été essayé avec une charge de 200 tonnes. Un entretoisement par deux étages de croix de Saint-André sur l'un des côtés, et par un seul étage sur l'autre (fig. 1 et 3), assure la stabilité de l'ensemble.

Les 6 caissons principaux portent une série de fortes traverses en fonte, sur lesquelles repose l'appareil de rotation. Celui-ci est constitué par 21 galets en acier fondu, de 0^m 60 de diamètre, reliés à un pivot central par des rais en fer forgé, et roulant sur une voie également en acier, fixée aux traverses en fonte. La voie de roulement supérieure est aussi en acier fondu, et porte un cadre massif en fer forgé, qui reçoit lui-même les poutres principales du pont.

Ces poutres ont 49 mètres de longueur totale et une hauteur moyenne de 5^m 70. Elles partent d'un grand pylône dont les colonnes en treillis sont entretoisées par deux étages de croix de Saint-André, et qui repose directement sur l'appareil de rotation. Les deux volées

du pont étant d'inégale longueur, l'une de 32^m 50 et l'autre de 16^m 50, il a fallu compenser la différence du poids par un lest de 140 tonnes logé à l'extrémité de la plus petite. La membrure supérieure des poutres présente une ligne assez différente des profils d'égale résistance qu'on adopte généralement pour les ouvrages de ce genre: il y a eu là sans doute une préoccupation d'aspect qui est généralement peu usitée chez les constructeurs anglais.

L'écartement des poutres principales est de 6 mètres d'axe en axe; la voie charretière qu'elles embrassent est établie sur des traverses métalliques distantes de 2^m 15 et fixées sous les membrures. Cette voie est constituée par double platelage, dont le premier est en mardiers de pitch-pin assemblés à rainures et languettes, et boulonnés sur les traverses; le premier plancher est recouvert d'un second en sapin rouge, de 7^m 5 d'épaisseur posé diagonalement. Le plancher de roulement est calfaté et imperméable à l'eau: il porte une ligne double de barres plates en fer forgé pour la voie charretière et des planchettes d'orme taillées en redans sont disposées au droit du passage des chevaux.

Les traverses dépassent de chaque côté les poutres principales de 2^m 25, ce qui donne à l'ouvrage une largeur totale de 10^m 50 et a permis d'installer en porte-à-faux de chaque côté une voie pour piétons (fig. 2), avec plancher en sapin rouge analogue à celui de la voie charretière.

La travée fixe de la rive Est est formée de deux poutres à âmes pleines supportant des traverses et un platelage double comme celui du pont.

L'ouvrage a été calculé pour porter: 1^o une charge roulante de 25 tonnes répartie sur deux essieux, avec des écartements de 2^m 10 dans le sens longitudinal, et de 1^m 80 dans le sens transversal; 2^o une charge fixe de 180 kilogr. par mètre carré de voie charretière; 3^o de 540 kilogr. par mètre carré de voie pour piétons. La volée principale a été essayée sous une charge uniformément répartie de 135 tonnes et une charge roulante de 30 tonnes.

Le mouvement de rotation s'opère sous l'action de deux cylindres hydrauliques de 0^m 425 de diamètre et de 1^m 275 de course, fixés sur les traverses en fonte qui portent la plaque tournante; ils sont alimentés par la canalisation d'eau sous pression à 50 atmosphères qui dessert les quais. Un système supplémentaire de commande à la main est établi pour servir en cas d'accident. Les extrémités du pont agissent sur des cales réglables, et se ferment automatiquement. Les leviers de commande des cylindres et d'ouverture des verrous sont concentrés de manière à être sous la main d'un seul mécanicien placé près du centre de la plaque tournante. Les deux autres pontiers n'ont guère qu'à arrêter les voitures et les piétons, ou à aider au halage des bateaux.

La dépense totale s'est élevée à 464 000 francs, comprenant 304 000 francs pour la partie métallique, soit un peu plus de 5 000 francs par mètre courant, 142 000 francs pour les murs de quai et les approches, et 18 000 francs pour dépenses diverses. L'ouvrage, commencé au début de 1887, a été ouvert au trafic en septembre 1888.

R.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

PYROMÈTRE DIFFÉRENTIEL A CIRCULATION D'EAU

Pyromètres actuels. — Les thermomètres et pyromètres jusqu'à présent en usage sont une application de l'un quelconque des divers phénomènes, physiques ou chimiques, résultant de l'action directe de la chaleur sur les corps.

La dilatation a donné le thermomètre à mercure, les pyromètres métalliques, à air, etc.; le retrait de l'argile a suggéré le pyromètre de Wegwood; M. Siemens a trouvé un pyromètre dans le pouvoir calorifique du cuivre; le pyromètre de M. Lamy est une application de la dissociation du carbonate de chaux; enfin, les courants thermo-électriques, obtenus à l'aide de la juxtaposition de deux métaux, ont donné à l'industrie le pyromètre en platine-palladium de Becquerel.

Les inconvénients de ces appareils sont connus; nous croyons cependant utile de les rappeler en quelques mots.

Le thermomètre à mercure, le meilleur de ces instruments, ne peut servir au delà de 320°.

Les pyromètres métalliques se détériorent rapidement par l'usage, perdent leurs conditions premières de dilatation et exigeraient des graduations successives s'il n'était plus simple et plus sûr de les remplacer.

Les pyromètres à air sont d'une manipulation délicate; sous l'influence d'une température élevée, l'air s'échappe à travers les parois de l'appareil. Les récipients en platine et en porcelaine sont les meilleurs connus; ils obéissent néanmoins à cette loi générale. L'air surchauffé finit d'ailleurs par subir une véritable transformation qui en modifie les conditions d'élasticité. Dans les cônes d'argile de Wegwood on ne trouve pas toujours des éléments comparables; la graduation en est faite d'une façon empirique et peu sûre.

Le pyromètre de Becquerel qui fut, au point de vue théorique, une découverte remarquable, n'a pas fourni en pratique ce qu'on osait

en attendre : l'aimantation de l'aiguille du galvanomètre s'altérerait, la graduation de l'instrument devenait incertaine.

Le meilleur des appareils connus, pour la mesure des températures élevées, serait le pyromètre de M. Lamy, fondé sur la dissociation du carbonate de chaux. Malheureusement, ce thermomètre n'offre de précision que dans l'étude des températures comprises entre 700 et 900 degrés.

Le pyromètre Siemens, encore si fort en usage dans les usines métallurgiques, a, en dehors de l'inconvénient de nécessiter une expérience d'un quart d'heure environ pour chaque étude, celui de s'altérer. Le culot de cuivre perd non-seulement de son poids par l'usage, mais il finit par avoir un pouvoir calorifique différent du premier. Si l'on connaissait le moment précis de ces altérations dues à des causes diverses, il suffirait de remplacer le morceau de cuivre, mais il faudrait pour cela posséder un pyromètre étalon sûr et invariable, pouvant donner la température vraie; or, c'est précisément cet appareil qui fait défaut à l'industrie.

Nous ne dirons rien du pyromètre réglé sur la conductibilité des enveloppes du foyer, attendu que la température de ces dernières n'a aucun rapport absolu ni fixe avec celle étudiée.

Découverte du pyromètre différentiel. — Aucun corps ne résiste à l'action désagréable de la chaleur : telle est la véritable cause de la difficulté de trouver un bon pyromètre.

Tandis que le mercure et l'alcool se vaporisent à une température relativement basse, le cuivre et le platine sont plus ou moins voisins de leur point de fusion, à une température plus élevée. L'état moléculaire de ces corps variant, les conditions de dilatation sont profondément modifiées; le pouvoir calorifique n'est plus le même, et, en général, les divers phénomènes résultant de l'action progressive de la chaleur finissent par échapper à tout contrôle : à ce moment, le pyromètre a atteint le terme de ses indications.

L'industriel est donc placé, pour l'étude des hautes températures, en présence d'un problème qui, de prime abord, semble insoluble : imaginer un instrument qui puisse résister à l'action dissolvante de la chaleur. Ou autrement : plonger dans un milieu très chaud un pyromètre qui, tout en subissant l'effet de la chaleur pour en traduire l'intensité, ne se laisse pas désorganiser par elle.

Si l'on découvrait le moyen de maintenir cet instrument à une température inférieure à celle de ce milieu, dans des conditions constamment et parfaitement semblables, on aurait tourné la difficulté, car cet appareil, échappant à l'action nuisible d'une chaleur excessive, donnerait, toutes circonstances étant égales d'ailleurs, des indications relatives qui suffiraient à l'établissement de la température vraie. Un tel résultat serait d'autant plus précieux que l'industriel pourrait alors porter son choix sur le meilleur thermomètre connu, sur le thermomètre à mercure. Cet instrument répondant doublement au problème posé, les pyromètres ne le céderaient plus en précision aux thermomètres. Il n'y aurait d'ailleurs plus que des thermomètres.

Concevons un thermomètre à mercure placé dans une boîte métallique parfaitement fermée et remplie d'eau. Tandis que cet appareil est installé dans le foyer, un courant d'eau continu y pénètre à une température déterminée et s'y renouvelle par quantités égales à intervalles égaux, le débit du courant d'eau étant réglé de telle sorte qu'il n'y ait point de vaporisation à redouter. Le thermomètre se trouvant dans des conditions constamment semblables, donnera évidemment la température relative du milieu.

Mais il est inutile de laisser le thermomètre dans le réservoir; on peut le placer extérieurement à celui-ci ainsi qu'au foyer. Il suffira de le plonger dans l'eau de sortie dont la température est précisément celle du vase rempli.

C'est ainsi que M. F. de Saintignon a été amené à la découverte du pyromètre différentiel ou à courant d'eau, tel que nous allons le décrire.

Description de l'instrument. — Le pyromètre à courant d'eau consiste essentiellement en deux thermomètres à mercure reliés par des tubes de caoutchouc à un tube de cuivre recourbé en forme de fer à cheval dans les premiers appareils, et qui, aujourd'hui, comme nous le verrons, a une forme un peu différente.

L'appareil étant en fonction, un courant d'eau continu parcourt le circuit non interrompu de ces tubes. Partant d'un réservoir ou d'une conduite d'eau, l'eau passe autour du premier thermomètre, pénètre dans le fer à cheval qui plonge dans le foyer, puis revient plus chaude autour du second thermomètre, duquel elle s'échappe.

La différence entre les deux températures d'eau chaude et d'eau froide est l'expression relative de la température du foyer. La température vraie était indiquée dans les premiers appareils par une échelle mobile glissant le long du thermomètre d'eau chaude, et dont le zéro a été préalablement amené à la hauteur de la température de l'eau froide. Nous verrons qu'aujourd'hui le pyromètre est enregistreur et écrit automatiquement en fonction du temps la courbe pyrométrique du foyer.

Discussion du pyromètre différentiel. — Nous avons vu plus haut qu'un courant d'eau continu, d'un débit constant, à une même température d'arrivée, maintenant le pyromètre dans des conditions toujours égales, devait donner l'expression relative de la température du foyer. Ce principe trouvait sa démonstration dans l'énoncé même. Cependant, M. F. de Saintignon ne s'est point contenté d'admettre cette proposition comme un axiome; il a cherché à l'établir en se plaçant à un point de vue plus immédiat. Au lieu de considérer le courant d'eau comme protégeant le thermomètre dans des conditions constamment semblables, faisant abstraction des thermomètres, il a étudié l'influence directe de la chaleur du foyer sur ce courant et ramené la question à celle-ci :

Quel est l'effet de la chaleur variable d'un foyer sur un courant d'eau continu et de débit constant, à travers les parois d'un tube métallique?

Péclet, qui a poussé très loin les expériences sur l'étude de la chaleur, ne nous a, toutefois, pas dit comment se comporte un courant d'eau chauffé par un gaz ou par un foyer, à travers les parois métalliques, si la quantité de chaleur reçue dans l'unité de temps est proportionnelle à la différence des deux températures du foyer et de l'eau.

M. F. de Saintignon a dû procéder à des expériences, pour découvrir la loi de transmission de la chaleur, dans les conditions du problème qui précède.

Il est arrivé à ce principe, que la quantité de chaleur reçue par le courant d'eau est proportionnelle à l'excès de la température du foyer sur celle de l'eau à son entrée et que, un même degré du pyromètre a, pour un débit déterminé, une valeur invariable, indépendante de la température du milieu.

Ce principe permettra de régler chaque pyromètre au moyen d'une seule expérience.

Si la loi de transmission de la chaleur avait été déterminée par une formule empirique, l'instrument réglé d'après cette formule n'en eût pas été moins exact.

En admettant même que cette loi de la proportionnalité (que nous avons considérée comme vraie) soit fautive, l'instrument réglé d'après cette loi ne resterait pas cependant sans emploi. Les différences absolues entre les deux températures d'eau chaude et d'eau froide auraient, en effet, toujours une signification relative suffisante dans la pratique; ces différences, multipliées par un coefficient constant, choisis arbitrairement même, donneraient des produits comparables et précieux.

L'industriel trouverait dans tous les cas des points de repère sûrs et non soumis, comme par exemple la couleur du corps chauffé, la couleur de la flamme elle-même, à des influences essentiellement variables.

L'instrument de M. F. de Saintignon correspond donc, du côté de la graduation, à toutes les objections possibles: non seulement il peut être réglé exactement, mais ne le serait-il pas, qu'il fournirait à l'industriel des renseignements aussi précieux. Peu importerait en effet à celui-ci de connaître la température vraie de ses foyers; il lui suffirait de savoir que la température accusée est celle qui convient.

Débit constant du courant d'eau. — Les indications du pyromètre différentiel n'auraient aucune valeur si l'on n'était assuré de la constance du débit du courant d'eau, ou au moins si l'on ne connaissait exactement le débit correspondant à chaque lecture.

M. F. de Saintignon a imaginé un appareil, complément nécessaire du pyromètre, qui permet, soit de maintenir un même débit, soit d'opérer immédiatement la correction par le calcul.

Prenons le courant d'eau à sa sortie du pyromètre et faisons-le passer sous un tube de verre vertical, ouvert à sa partie supérieure et terminé par un robinet spécial à sa partie inférieure. Si nous fermons celui-ci, l'eau s'échappera par la partie supérieure du tube, tandis que si nous l'ouvrons légèrement, l'eau parviendra à tel point du tube que nous voudrions et sortira par le robinet. Marquons zéro à ce point et ne touchons plus au robinet; tant que l'eau sera à zéro, le débit restera mathématiquement le même. En effet, le débit a pour expression le produit de la section d'écoulement par la vitesse. Or, la section ne varie pas, par hypothèse, puisqu'on ne touche plus au robinet; il en est de même de la vitesse, qui trouve sa valeur dans $\sqrt{2gh}$, h représentant la hauteur de chute depuis le zéro jusqu'à la sortie de l'eau, g étant une valeur invariable et connue.

Dans le cas où l'eau ne serait plus au zéro, on tournerait le robinet de débit, lequel livre passage au courant, jusqu'à ce qu'elle ait repris sa position. D'après ce qui précède, le débit serait rétabli et la température accusée serait exacte.

L'inventeur ne s'est pas contenté de ce moyen de rectifier la température dans le cas d'un débit variable. Il a marqué sur la table de son véritable manomètre, au-dessus et au-dessous du zéro, les chiffres 5, 10, 15 correspondant à la position de l'eau, pour un débit supérieur ou inférieur de 5, 10, 15 % au débit normal. Ces points ont été fournis par l'équation ci-après :

$$\frac{d}{D} = \frac{\sqrt{X}}{\sqrt{h}}$$

d , D représentant les débits nouveau et normal, X et h les hauteurs de chute correspondantes. Les expériences faites ayant consacré que la différence entre les deux températures d'eau chaude et d'eau froide est inversement proportionnelle au débit du courant d'eau, au moins dans les limites signalées, on pourra immédiatement opérer la correction, par un calcul bien simple. Il suffira d'ajouter ou de retrancher à la température accusée, 5, 10, 15 % de sa valeur.

On aura de cette façon le choix entre deux moyens de rectifier le débit : ramener l'eau au zéro et lire la nouvelle température, laquelle sera fournie pour ainsi dire instantanément, ou bien faire la correction par le calcul, comme nous venons de le dire.

Un débit variable pouvant être facilement rectifié, n'aurait donc aucun inconvénient, néanmoins il serait loisible de le rendre pour ainsi dire invariable.

Pour qu'un courant d'eau conserve un débit uniforme, il est nécessaire que la section d'écoulement du robinet C (fig. 4) soit constamment libre et que la hauteur de chute reste la même. D'un autre côté, pour que les indications du manomètre soient exactes, il faut que la section du robinet K qui le termine ne varie pas et reste parfaitement libre.

Robinet. — On doit rechercher autant que possible une eau propre. Il sera bon, en tout cas, d'installer sur le courant d'eau un filtre B

métallique renfermant, soit du feutre, soit du charbon, soit de la cellulose.

Le débit effectué au pyromètre étant relativement faible et la hauteur de chute considérable, il en résulte nécessairement une très petite section d'écoulement dans le robinet C.

Cette section est un rectangle de 2 millimètres de hauteur sur 8 millimètres de largeur. Cette faible hauteur a été donnée de telle sorte que, pour les chutes ordinaires, la section d'écoulement se rapproche du carré parfait. Cette disposition offre, en dehors de l'avantage de présenter à l'écoulement une surface rectangulaire, celui de permettre une réglementation facile du débit.

La section du robinet K est plus grande que celle du robinet C, parce que la hauteur de chute est plus faible.

Hauteurs de chute. — Pour qu'un courant d'eau conserve un débit uniforme, il faut, et il suffit, que la section restant la même, la hauteur de chute ne varie pas. Nous venons de voir comment l'inventeur est parvenu à assurer le premier point, en empêchant les matières étrangères d'obstruer le robinet C.

Il a examiné quelles seraient les conséquences d'une variation

dont l'éclaircissement signale la limite à assigner à la position du tableau différentiel par rapport au foyer.

L'expérience a consacré ce qu'enseigne à ce sujet la théorie. A une distance de 7 mètres du foyer, normalement à celui-ci, la température de l'eau chaude étant de 25°, celle de l'air extérieur de 6°, on a constaté par un temps calme une déperdition de $\frac{1}{4}$ de degré seulement, soit

$$\frac{0,25}{(25 - 6) 7} = 0,2 \text{ \% par mètre courant.}$$

Dans le cas où l'instrument serait exposé, soit à un courant d'air froid, soit à un trop grand rayonnement de l'enveloppe du foyer, la déperdition ou l'accroissement de chaleur pourrait devenir appréciable. On évitera toute erreur en protégeant le tube de caoutchouc, par exemple, en le faisant passer dans un tube quelconque, de manière à entourer le courant d'eau d'un manchon d'air.

Altération de l'instrument. — Le pyromètre différentiel une fois soumis à l'action des hautes températures ne peut-il pas finir par s'altérer et donner, comme tous les pyromètres, au bout d'une période d'usage plus ou moins longue, des indications erronées?

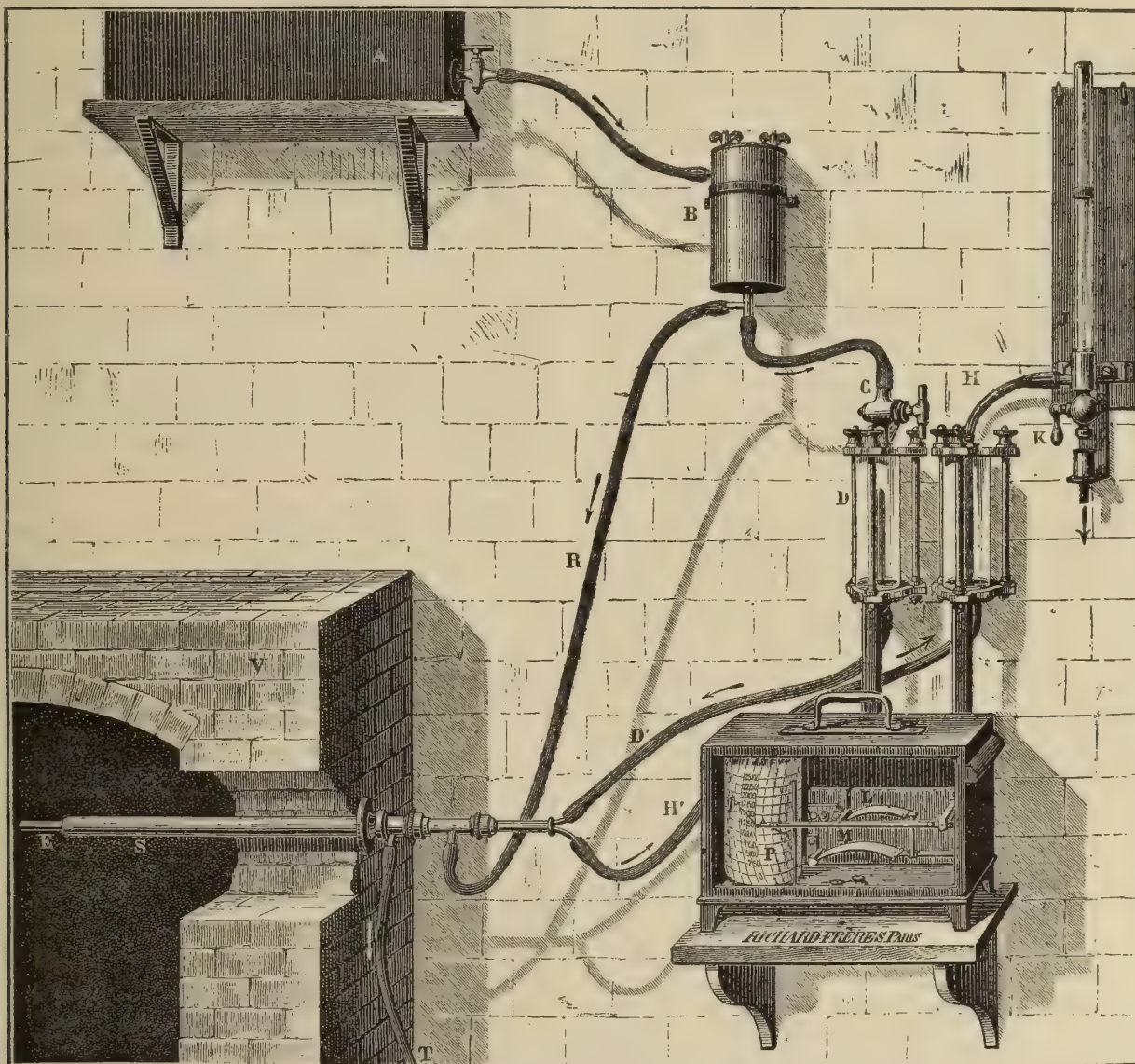


FIG. 4. — Pyromètre différentiel enregistreur, à circulation d'eau, de M. F. de Saintignon.

de la hauteur de chute et s'il ne serait pas fourni un moyen de rendre les différences négligeables. On sait que, pour une même section, le débit d'un courant d'eau est proportionnel à la racine carrée de la hauteur de chute.

Après expériences, il recommande de choisir une hauteur telle que le niveau du réservoir ne descendant pas au-dessous de 0^m 20, le débit du courant d'eau ne soit pas altéré de plus de 5 %.

Pour une hauteur de chute de 20 mètres et une variation du niveau de l'eau de 0^m 40, le débit ne serait altéré que de 5 %.

Il y a d'autres causes de variation du débit : une modification quelconque apportée aux tubes de caoutchouc, à l'installation de l'instrument; un engorgement des conduites d'eau, une obstruction partielle du robinet. Le manomètre permettra de corriger immédiatement ces variations. Ce qui précède n'a d'autre but que d'expliquer les phénomènes et d'établir que la correction, souvent négligeable, sera peu importante.

Refroidissement de l'eau chaude à travers les tubes de caoutchouc. — Il est évident que la température de l'eau chaude subira l'influence de la température extérieure, durant son trajet du fer à cheval au thermomètre, mais dans quelle proportion ? Tel est le point important

Si l'on pouvait conclure d'une expérimentation de plusieurs années consécutives, subie par des appareils, sans qu'il en soit résulté la moindre variation, on répondrait négativement; mais M. F. de Saintignon négligeant ce que l'expérience a déjà fourni, a étudié la question comme nouvelle et a examiné les causes possibles d'une altération, aussi bien que l'importance qu'on devra y attacher.

Et d'abord, l'altération ne peut provenir que d'une modification apportée aux conditions de transmission de la chaleur du foyer à travers le fer à cheval ou d'une perturbation dans les données du pyromètre, c'est-à-dire dans le débit. L'état du tube de cuivre modifié, le débit altéré, en dépit des indications du manomètre, telles sont les deux seules causes d'erreur.

Le fer à cheval peut se recouvrir d'une couche d'oxyde de cuivre ou de poussière. Dans ce cas, il suffira de le nettoyer, en l'essuyant simplement avec un linge mouillé. On répétera cette opération une ou deux fois par jour. Tout en cherchant à maintenir le fer à cheval dans un état constant de propreté, on ne doit pourtant pas s'exagérer l'influence d'une faible couche d'oxyde de cuivre ou de poussière sur la transmission de la chaleur. Des expériences faites par l'inventeur, il résulte que la température n'est altérée que de 5 % pour une épaisseur de couche étrangère variant de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ millimètre.

L'eau s'échappe du fer à cheval à l'état liquide, sous forme de courant; il n'y a donc aucune raison pour la création d'un dépôt, d'autant plus que le courant est relativement rapide. L'industriel aura d'ailleurs toute facilité pour le nettoyage interne du tube, soit par le frottement, soit par le décapage.

Le tube de cuivre fonctionnant d'une manière continue, sans cesse frotté et approprié, perdra évidemment de son épaisseur. Mais dans les limites de ces dimensions, l'épaisseur du cuivre n'a aucune influence sur la quantité de chaleur transmise à l'eau: toutes conditions extérieures étant égales, la quantité de chaleur transmise est constante et indépendante de l'épaisseur du récipient.

L'épaisseur du cuivre n'est pas un obstacle à la transmission de la chaleur d'un foyer ou d'un gaz, attendu que la quantité de chaleur qui traverse le tube dans ces deux cas, est de beaucoup inférieure à celle théoriquement susceptible de le traverser durant le même temps.

Mais si l'affaiblissement de l'épaisseur du cuivre n'a aucune influence directe sur la quantité de chaleur transmise, elle a comme conséquence une diminution dans la surface de chauffe.

Le fer à cheval ayant une faible épaisseur, l'usure n'aura qu'une importance théorique. D'ailleurs, l'usure se produisant irrégulièrement, la surface extérieure du tube de cuivre sera gauche, à petites cavités et aspérités presque imperceptibles, et gagnera en étendue ce qu'elle aura perdu d'un autre côté; la différence serait dans tous les cas insignifiante.

Quoi qu'il en soit, on pourra apporter une correction à la situation, soit en allongeant, soit en diminuant la partie du fer à cheval plongeant dans le foyer, soit en variant le débit.

La seconde cause de l'altération du pyromètre différentiel résiderait en une fausse indication du manomètre. L'eau étant ramenée au zéro de l'instrument, le débit ne peut varier que si la section d'écoulement du robinet K du manomètre est obstruée par un corps étranger ou a été modifiée à la suite d'une manœuvre de ce robinet.

Le filtre met jusqu'à un certain point l'instrument à l'abri de toute obstruction par des matières étrangères; toutefois, dans le cas où, l'eau ayant été amenée au zéro du manomètre, le débit aurait varié, on placera le doigt au-dessous du robinet K pour faire sortir l'eau par le déversoir supérieur et entraîner ainsi les matières étrangères en suspension. Si ce moyen ne suffisait pas, on introduirait l'extrémité du robinet K dans un tube de caoutchouc amenant l'eau du réservoir directement; le courant rapide de l'eau nettoierait forcément le manomètre.

Il sera facile de contrôler la régularité du débit, soit au moyen d'un manomètre étalon *ad hoc*, soit en calculant directement le débit par les procédés ordinaires.

Correction de l'instrument. — Nous venons de voir comment l'on pourra corriger le débit en cas de variation. Il nous reste maintenant à examiner les moyens à employer pour rectifier le pyromètre, lorsque, à la suite d'un long usage, ou pour une cause qui nous aurait échappé, cet appareil viendrait à être altéré.

Pour s'assurer de l'état de son installation, l'industriel commencera par contrôler l'exactitude du débit, et, s'il y a lieu, la rétablira; puis, après avoir parfaitement nettoyé le tube de cuivre, il introduira celui-ci dans le foyer et observera la température accusée.

Sans perdre de temps, il substituera à ce tube un autre tube, spécialement affecté à cet emploi, et constatera, le cas échéant, la différence. Il replacera le premier tube de cuivre dans sa position et tournera le robinet de débit C, de façon à obtenir la température de la seconde lecture, qui est évidemment la température vraie. Enfin, à l'aide du robinet K du manomètre, il ramènera l'eau au zéro et l'instrument sera réglé de nouveau.

Le débit aura varié, mais l'instrument sera exact. Si l'on préfère conserver un débit uniforme à tous les pyromètres d'une même usine, on peut arriver au même résultat en faisant varier la longueur du tube de cuivre. Une vis tournant dans un écrou maintient le tampon du tube dans une position déterminée et permet ainsi de régler la longueur du tube de cuivre.

Isolateur. — Lorsque le pyromètre est en fonction, l'extrémité du tube de cuivre qui a reçu le nom d'*explorateur* et qui se compose, dans les derniers modèles construits, d'un petit cylindre de cuivre très mince, plonge dans le foyer, tandis que sa partie antérieure émerge de l'enveloppe. Le courant d'eau subit ainsi l'influence de la chaleur de l'enveloppe à l'aller et au retour. Si la température de l'enveloppe était constamment proportionnelle à celle du foyer, les indications du pyromètre seraient l'expression de la réalité, mais il n'en est pas ainsi. Dès le début de l'opération, le foyer est chaud, tandis que l'enveloppe est froide; mais celle-ci, s'échauffant de proche en proche, finit par avoir une température très élevée. Si l'on ne tenait pas compte de son influence sur le courant d'eau, le pyromètre fournirait des indications incorrectes et accuserait à un moment donné une température exagérée.

Deux moyens de corriger l'influence de l'enveloppe sont à la disposition de l'industriel.

Le premier serait d'isoler le tube en cuivre au moyen de l'appareil qui fonctionne dans les hauts fourneaux et que l'on appelle tuyère. La tuyère est un simple manchon de cuivre dans lequel circule un courant d'eau se renouvelant constamment. Dans les hauts fourneaux, elle sert à protéger les buses soufflant l'air chaud dans le creuset. Ici le tube de cuivre E traversant la tuyère S, que nous appellerons *isolateur*, échappera à l'influence de l'enveloppe du foyer, attendu que la température de la tuyère pourra être réglée comme l'on voudra et se rapprochera de celle de l'eau chaude du pyromètre autant qu'il plaira à l'opérateur. Nous devons, du reste, ajouter que le tube de cuivre, enfermé dans un tube de caoutchouc, sera isolé de la tuyère même

et ne subira pour ainsi dire point son influence. Cependant, M. F. de Saintignon recommande de donner à peu près à l'eau de sortie de l'isolateur, la température de l'eau froide augmentée de la moitié de la différence des températures d'eau chaude et d'eau froide du pyromètre. L'eau de sortie de l'isolateur serait donc un peu moins chaude que celle du pyromètre. C'est le moyen que l'on a employé (fig. 1); l'eau, prise après avoir passé à travers le filtre, arrive à l'isolateur S par le tuyau de caoutchouc B et s'écoule par le tuyau T.

Le second moyen serait de tenir compte directement de l'influence de l'enveloppe du foyer sur le courant du pyromètre.

Pour plusieurs raisons, M. F. de Saintignon préfère l'*isolateur*, qui, du reste, est seul appliqué aujourd'hui, à l'opération d'une seconde lecture. La précision sera plus grande, et la température du foyer, constamment apparente, sera fournie sans manipulation ni calcul.

Pyromètre différentiel à maxima et minima. — Jusqu'à présent, on n'avait pu parvenir à enregistrer le minimum et le maximum des températures signalées par les pyromètres. En dehors de la difficulté réelle d'imaginer, pour les hautes températures, un instrument semblable aux thermomètres à maxima et à minima, on se trouvait placé devant un obstacle insurmontable: l'intermittence du fonctionnement des pyromètres. Une expérience spéciale étant nécessaire pour l'étude de chaque température, l'appareil ne se trouvait pas abandonné à lui-même; il ne pouvait par conséquent conserver trace des phases successives de la chaleur du foyer. Or, le pyromètre différentiel, qui n'est, en réalité, qu'un thermomètre particulier appliqué à l'étude des hautes températures, bénéficiant de tous les avantages attachés à cet instrument, pourra nécessairement en remplir les conditions au cas déterminé.

Imaginons deux thermomètres à maxima et à minima, placés horizontalement l'un à côté de l'autre, au-dessous du pyromètre différentiel, dans une boîte spécialement affectée à cet usage. L'eau chaude du pyromètre se rend de l'entonnoir dans la boîte, où elle se renouvelle indéfiniment avant d'être rejetée.

La différence de température des deux thermomètres horizontaux indiquera l'écart extrême entre les diverses températures des foyers, un degré de cette différence représentant 25 degrés de chaleur, dans l'hypothèse que nous avons choisie.

Dans le cas où l'on ne se contenterait pas de cette approximation, bien suffisante selon nous, rien n'empêcherait d'installer un système de deux thermomètres à maxima et à minima, en dessous d'un courant d'eau froide disposé dans les mêmes conditions que celui du pyromètre.

Pyromètre différentiel thermo-électrique. — L'eau chaude et l'eau froide, constituant les deux éléments de calcul des hautes températures dans le pyromètre différentiel, donnent naturellement le moyen de transmettre ces températures à distance à l'aide d'une pile thermo-électrique.

Supposons en effet deux vases, contenant l'un l'eau froide à la température d'arrivée, l'autre l'eau chaude à la température de sortie; les deux extrémités d'une pile thermo-électrique plongent dans ces récipients et sont reliées par les deux fils formant les pôles à un galvanomètre. Or, on sait que pour une même différence de température, on obtient des courants de même intensité; on sait de plus que l'intensité du courant est proportionnelle à la différence des températures.

Ces deux principes sont la reproduction exacte des phénomènes qui se passent dans notre courant d'eau. Le courant d'eau et le courant électrique agiront donc d'une façon absolument semblable.

On graduera le galvanomètre comme le pyromètre et à l'aide des mêmes expériences. Pour qu'il y ait relation absolue entre ces deux indicateurs, il serait bon de les graduer simultanément et de consigner sur chacun d'eux une même température, pour un écart déterminé entre la température d'eau froide et d'eau chaude.

Grâce à cette disposition, le chef d'usine pourra, de son bureau, surveiller l'allure de tous ses foyers.

Pyromètre différentiel enregistreur. — Sur la demande de la raffinerie Say, MM. Richard frères ont établi un thermomètre différentiel écrivant directement le diagramme de la température du foyer. L'appareil (fig. 1) est disposé de telle sorte que lorsque la température de l'eau à l'entrée et à la sortie est la même, quelle que soit cette température, la plume reste au zéro. Dès que la température de l'eau de sortie s'élève, la plume marque la différence des deux thermomètres, traçant ainsi directement la courbe pyrométrique du foyer. Le pyromètre ainsi transformé trouve son utilité dans nombre d'industries.

Applications diverses du pyromètre différentiel. — Toutes les industries qui se servent des pyromètres, pourraient utiliser l'instrument de M. F. de Saintignon. Les avantages nouveaux apportés par ce pyromètre, doivent même lui assurer d'autres applications. Dans bien des cas, en effet, on néglige d'employer ces instruments, parce que les erreurs auxquelles on s'exposerait, seraient plus préjudiciables que celles résultant de la simple observation.

Nous recommandons le pyromètre différentiel à eau aux propriétaires de verreries, cristalleries, faïenceries, fabriques de porcelaines, usines à gaz, papeteries, boulangeries, fabriques de draps, hauts fourneaux, etc. La manufacture nationale de porcelaine de Sèvres, qui emploie le pyromètre de M. F. de Saintignon depuis plusieurs années, en a recueilli les avantages les plus sérieux.

Dans les chaudières, cet instrument remplira le double rôle de thermomètre et de manomètre; dans les laboratoires, il apportera un concours précieux aux physiciens et aux chimistes pour l'étude inépuisable de tous les phénomènes relatifs à la chaleur. Quoi de plus

facile, par exemple, que d'étudier l'influence de l'épaisseur de la surface, de la nature des métaux ou corps quelconques, avec la transmission de la chaleur à travers leurs parois? On remplacera simplement le tube de cuivre par un autre tube, et le pyromètre traduira lui-même instantanément la variation : le débit étant constant, les conditions d'expérience seront identiques; rien ne saurait être plus précis.

Description résumée. — Le pyromètre différentiel à eau de M. F. de Saintignon se compose, en résumé, de trois parties distinctes (fig. 2) : l'explorateur, le réservoir, l'interrupteur.

L'explorateur, qui est la partie intéressante de l'appareil, est un petit cylindre en cuivre E très mince, de quelques centimètres de longueur; l'une de ses extrémités est fermée, l'autre se termine par deux tubes, dont l'un est en communication avec un réservoir d'eau dont on a la température, et dont l'autre vient aboutir à un thermomètre.

Ces deux tubes sont renfermés dans le cylindre métallique S servant de réfrigérant, recevant l'eau du réservoir par le tube R et la laissant partir par le tube T; ce cylindre a 3 centimètres de diamètre sur un mètre de long.

Le réservoir d'eau A ne mérite aucune description spéciale; il doit être à niveau constant et muni, à cet effet, d'un trop-plein ou plutôt d'un robinet à flotteur. Un filtre B est placé sur le passage de l'eau.

Le trajet parcouru par le courant d'eau est indiqué par les lettres A B C D D' S E S' H' H J K.

La plume de l'enregistreur écrit sur le tambour P et se trouve mue par les ressorts L et M.

L'eau pénètre à une température t sous le thermomètre du vase D, se rend dans le tube de cuivre E, pour passer à une température θ , sous le thermomètre du second vase. Soit d la quantité de degrés représentée par 1° de la différence $(t - \theta)$; on a comme température du foyer

$$T = t + (\theta - t) d.$$

Cette température, avec l'appareil enregistreur, est indiquée directement sur le tambour.

Le pyromètre différentiel à eau a l'avantage de pouvoir fonctionner avec ou sans intermittence. Dans le premier cas, il suffit de retirer le tube de cuivre du foyer et de le suspendre à proximité, opération des plus faciles, grâce aux tubes de caoutchouc. Un même instrument peut être utilisé dans plusieurs foyers, ou au moins dans plusieurs points du même foyer, en allongeant en conséquence les tubes de caoutchouc reliant l'explorateur.

L. KNAB,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

QUESTION DES TRAITÉS DE COMMERCE

La Commission des 55. — Le Gouvernement n'a pas encore saisi le Parlement de la question du tarif des douanes et des traités de commerce; néanmoins on commence à s'en préoccuper.

Deux propositions de loi tendant à apporter des modifications au tarif des douanes de 1881, sont actuellement soumises à la Chambre des Députés : l'une relative au régime douanier des maïs et des riz de provenance étrangère; l'autre concernant le régime douanier des raisins secs.

Ces deux propositions, qui n'ont, par elles-mêmes, qu'une importance secondaire, ont donné lieu, à la Chambre des Députés, à une discussion préliminaire qui permet de voir dans quelle direction la Chambre paraît s'orienter au point de vue économique; les partisans du non-renouvellement des traités de commerce semblent actuellement être en majorité.

À la séance du 20 janvier, la Chambre a adopté une proposition présentée par M. Méline, et tendant à ce que, au lieu de nommer une Commission ordinaire de 11 membres pour examiner les deux propositions relatives aux maïs et aux raisins secs, elle en nommât une de 55, ayant pour mission d'étudier, non seulement ces deux propositions, mais encore toutes celles qui concerneront le régime des douanes.

En vertu de ce vote, la Chambre s'est réunie dans ses bureaux le 28 janvier, pour désigner les cinquante-cinq membres de cette Commission; en voici la composition :

33 protectionnistes : MM. Armez, Baihaut, Baisan, Bigot, Boucher (Vosges), Bourgeois (Jura), Dautresme, Deandres, Deloncle, Deluns-Montaud, Develle, Maurice Faure, Flourens, Fougereol, Graux, Jamais, Jonnart, Lavertu, Letellier, Maxime Lecomte, Pierre Legrand, de Maille, Marty, Méline, Mézières, Milochau, Philipon, Prevet, Ribot, Ricard, des Rotours, Rozet, Salis, Thomson, Turrel, R. Waddington, Viette, Viger, de Villebois-Mareuil.

8 protectionnistes, disposés cependant à quelques concessions : MM. Arène, Georges Berger, Deniau, Camille Dreyfus, Félix Faure, Min, du Périer de Larsan, Sarrien.

8 libre-échangistes : MM. Aynard, Burdeau, Leydet, Lockroy, Peytral, Raynal, Charles Roux, Léon Say.

Dans cette Commission, les protectionnistes ont une prépondérance d'autant plus marquée, que c'est par pure tolérance et afin que toutes les opinions soient représentées, que quelques-uns des membres à opinions intermédiaires ou libre-échangistes, ont été nommés.

La discussion qui a précédé, dans chaque bureau, la nomination des commissaires, a donné lieu à des débats fort intéressants : notre situation économique, ainsi que la question des traités de commerce, a été examinée dans sa généralité. Un point qui s'en dégage d'une

façon bien nette, c'est l'abandon des traités de commerce qui, d'après les prévisions actuelles, ne seront certainement pas renouvelés. Parmi les libre-échangistes, il n'y a guère que M. Aynard qui les soutienne encore; l'un des plus marquants d'entre eux, M. Léon Say, s'inspirant des doctrines de son illustre grand-père, J.-B. Say, en a fait le procès : « Les traités de commerce, a-t-il dit, ont été inventés par les théoriciens de la protection ». Selon lui, ils ont un seul avantage : assurer la sécurité de l'industrie et la garantir contre les systèmes successifs des majorités parlementaires; mais il ne faut pas continuer à s'inspirer des idées qui ont présidé à la conclusion des traités de 1860. Notre agriculture souffre, a-t-il ajouté, et notre industrie a besoin de se développer pour suivre les progrès des nations étrangères; aussi, dans l'examen des questions concernant les tarifs de douanes, on ne doit jamais perdre de vue les intérêts de la production intérieure, ni oublier que cette production a besoin de larges débouchés.

M. Méline, le chef du parti protectionniste, ne veut plus de traités de commerce.

« Nous vivons, a-t-il dit, à une époque de transformations économiques si rapides qu'il est impossible de les prévoir longtemps d'avance. Il suffit de la moindre découverte scientifique, d'une modification dans le coût du fret ou dans les tarifs d'une nation quelconque pour changer complètement, d'une année à l'autre, la situation d'une industrie. La sagesse nous commande donc de rester libres de nos mouvements, pour pouvoir nous porter sur le point attaqué et conjurer le danger qui nous menace.

« En fait, il serait du reste impossible de négocier aujourd'hui des traités avec chances de succès. Toutes les nations ont la prétention de devenir industrielles; elles se refusent à toute concession sur les branches de production qu'elles veulent développer et qui sont presque toujours les seules qui nous intéressent.

« La solution serait d'avoir deux tarifs, un tarif *minimum* et un tarif *maximum*. Le tarif maximum serait opposé à toutes les nations qui nous refuseraient les avantages qu'elles font aux autres ou dont le régime économique serait trop dur pour notre production.

« Quant au tarif *minimum*, il devrait être au fond le vrai tarif, le tarif type dont le tarif maximum ne serait que la majoration. Ce tarif minimum doit être assez élevé pour assurer une large défense du travail national; il doit être la compensation des lourdes charges qui pèsent sur la production française et des désavantages indépendants de sa volonté. *Nous ne demandons pas de privilège, nous songeons encore moins à la prohibition, mais nous voulons que nos producteurs puissent lutter avec leurs concurrents à armes égales.*

« Nous réclamons la même protection pour l'agriculture que pour l'industrie. On est enfin revenu de cette hérésie économique qui a eu cours pendant si longtemps et qui a fait livrer l'agriculture sans défense à la concurrence étrangère, sous prétexte qu'elle n'était qu'une fabrique de matières premières. Aujourd'hui on convient que la matière première est un mythe, que tout est matière première et que rien n'est matière première, selon le point de vue auquel on se place. Le vrai critérium n'est pas là, il est dans le travail humain; car ce n'est pas le produit qu'on protège, c'est le travail humain; qu'il soit agricole ou industriel, il a droit à la même protection. Voilà le grand principe qu'à force d'efforts les protectionnistes ont fini par faire triompher, et voilà pourquoi la cause du travail national, si juste et si vraie, est devenue aujourd'hui si populaire.

« Elle a fini par avoir raison de la théorie exclusive de l'intérêt du consommateur, qui fait le fond de la doctrine libre-échangiste. Elle n'avait qu'un tort, c'est d'oublier que, dans un pays laborieux comme le nôtre, il est impossible de sacrifier le producteur au consommateur, sous peine de lui enlever les moyens mêmes de consommer. À l'antagonisme du producteur et du consommateur il faut opposer leur union, leur solidarité étroite sur le terrain de la production nationale.

« C'est du développement de la production nationale seule et de la concurrence intérieure que peut résulter l'abaissement des produits et le vrai bon marché, le seul qui profite à tous sans faire de tort à personne. L'expérience de ces dernières années est là pour démontrer jusqu'à l'évidence cette vérité économique. Le prix de la viande de porc, celui du sucre n'ont commencé à baisser que le jour où, ayant arrêté l'importation étrangère, nous avons donné une impulsion puissante à la production française. Quant aux produits que nous nous obstinons à acheter à l'étranger, il est remarquable que le consommateur les paye presque toujours cher, et la raison en est simple : s'il y a un bénéfice à faire, il est pour l'importateur et pour l'intermédiaire, presque jamais pour le consommateur.

« Je me résume en disant que nous avons fait fausse route depuis trente ans et qu'il est temps de changer notre orientation économique. Nous n'avons rien épargné pour décourager le producteur, et il est vraiment merveilleux qu'il ait pu continuer à lutter dans les conditions qu'on lui a faites. Nous devons rendre au producteur, qui seul crée la richesse du pays, sa véritable place dans notre société, qui devrait être la première; il faut le soutenir et l'encourager, de façon à lui permettre de relever le salaire de ses ouvriers et d'améliorer incessamment leur sort. »

M. Dautresme, ancien Ministre du Commerce et de l'Industrie, a fait remarquer que le régime des droits protecteurs a donné ses preuves en France avant 1860, et, depuis, en Allemagne et aux États-Unis.

Qui ne se souvient des prédictions sinistres des économistes, lorsque l'Amérique inaugura son système protecteur? Et cependant, loin de se ruiner comme ils le prétendaient, elle a atteint, grâce à ce régime, une prospérité sans précédent, qui lui a permis d'éteindre à peu près ses dettes de guerre : sa grande richesse est son seul embarras.

En résumé, la majorité des commissaires est opposée à la conclusion des traités de commerce. Quant au nouveau régime à adopter, on ne saurait encore se prononcer : l'idée d'un double tarif, l'un appliqué aux pays ne percevant sur nos produits que des droits modérés, l'autre à ceux qui établiraient sur nos articles d'exportation des droits prohibitifs, semble actuellement en faveur, et c'est vraisemblablement sur ce point que porteront les débats les plus importants.

La Commission des 55 s'est réunie le 30 janvier pour constituer son bureau. Elle a élu président M. Méline; vice-présidents, MM. Develle, Viette et Raynal.

ÉMILE BERT,

Ingenieur des Arts et Manufactures,

Docteur en droit,

Professeur à l'École commerciale de Paris.

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

PROJET RELATIF A L'AMÉLIORATION DU PORT DU HAVRE
et de la basse Seine (1).

Après avoir résumé la description engagée à la Chambre haute, au mois de juin dernier, et dans la Commission spéciale du Sénat, sur le projet présenté par le Gouvernement pour l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine, ainsi que sur les amendements de MM. F. Reymond et Cuvinot et sur le contre-projet de MM. Teisserenc de Bort, nous disions que la grosse bataille se livrerait au Palais du Luxembourg sur ce contre-projet.

Un incident qui s'est produit au Sénat, au moment même où s'imprimait notre article, a confirmé nos prévisions.

A l'occasion de la mise à l'ordre du jour de ce projet, M. Buffet a soutenu cette thèse que la Commission, sans en avoir conscience, avait méconnu l'autorité des décisions du Sénat.

La Chambre haute a adopté, a-t-il dit, le 28 juin dernier, le contre-projet de M. Teisserenc de Bort qui modifiait profondément les conditions financières du projet du Gouvernement. La Commission devait se soumettre à cette décision ou se démettre.

Elle s'est soumise d'abord et elle a offert de se charger de compléter le contre-projet par un dispositif plus rationnel que celui qui était proposé. Mais le rapport supplémentaire, rédigé par M. Krantz, démontre que la Commission n'a nullement tenté le travail de coordination dont elle était chargée. Ce rapport se borne en effet à attaquer le principe même du contre-projet de M. Teisserenc de Bort, sans faire connaître les réponses présentées par ce sénateur aux objections qu'on lui a faites.

La Commission demande au Sénat de revenir sur le principe qu'il a adopté. C'est inadmissible. La dignité du Sénat est intéressée à ce que la décision qu'il a prise soit exécutée, au moins provisoirement et jusqu'à la deuxième délibération. Telle a été l'argumentation de M. Buffet.

En vain, M. Krantz, rapporteur, s'est efforcé de démontrer que la Commission ne pouvait étudier la question des voies et moyens qu'après s'être prononcée entre les deux solutions en présence, et qu'elle avait été amenée ainsi à écarter celle du Sénat pour y substituer celle qui avait ses préférences.

Un projet de résolution, présenté par M. Buffet, accepté par M. Teisserenc de Bort, et tendant à l'ajournement de la discussion de ce projet jusqu'à ce que la Commission se soit soumise ou démise, a été adopté par 130 voix contre 73.

A la suite de ce vote, la Commission s'est réunie, et quatre commissaires sur neuf, MM. Krantz, Huguet, Lavalley et Dietz-Monnin, ont donné leur démission.

Les quatre démissionnaires ont été remplacés, le 30 janvier, par MM. Teisserenc de Bort, Foucher de Careil, Lalanne et marquis de Carné.

La Commission se trouve maintenant composée de MM. Cordier, Ancel, Pouyer-Quertier, Georges Martin et Cochery, anciens membres nommés en février 1889, et des quatre nouveaux commissaires dont nous venons de donner les noms.

Les trois premiers, MM. Cordier, Ancel et Pouyer-Quertier, représentant la Seine-Inférieure au Sénat, ont déclaré que, chargés de défendre les intérêts de ce département, ils ne croyaient pouvoir mieux remplir leur tâche qu'en restant dans la Commission. Ils sont, avec M. Georges Martin, partisans du projet du Gouvernement : soit quatre commissaires pour ce projet.

MM. Foucher de Careil, Lalanne et le marquis de Carné voudraient qu'on trouvât une transaction entre le projet du Gouvernement et le contre-projet de M. Teisserenc de Bort. Quant à M. Cochery, il a cessé depuis longtemps d'assister aux séances de la Commission et n'a point fait connaître son avis.

M. Teisserenc de Bort se montrant lui-même disposé à chercher un compromis entre le projet du Gouvernement et son contre-projet, on peut prévoir qu'une solution de ce genre finira par prévaloir.

Nous tiendrons nos lecteurs au courant de ce que fera cette Commission.

G. LATOUCHE.

INFORMATIONS

Le Concours agricole de Paris en 1890.

Le Concours agricole vient d'ouvrir ses portes, et les visiteurs sont étonnés de constater que machines, animaux, produits, sont encore plus nombreux qu'à l'ordinaire.

La disposition du Palais de l'Industrie a été heureusement modifiée par le commissaire général, M. de Lapparent. Tout le rez-de-chaussée est occupé par les grands animaux domestiques ; les coqs et poules sont reportés au premier étage. Les marchands d'objets divers, qui encombraient ordinairement les voies de la nef, sont établis dans le pavillon de la Ville de Paris.

Ces combinaisons nous paraissent des plus heureuses : l'ensemble de l'exposition s'en trouve plus au large, plus aéré ; les intéressés pourront examiner les animaux avec plus de facilité.

Les ustensiles de laiterie et de distillerie sont réunis dans la grande nef du Palais ; les machines sont rangées comme à l'ordinaire sur les allées du côté de la Seine.

Cette exposition est plus resserrée que d'habitude et les environs du Panorama restent libres à la circulation. Il est à remarquer que quelques exposants étrangers reparaissent avec éclat, apportant de nombreuses et belles machines.

Les serres, au premier étage, les expositions des plantes et des fruits s'annoncent comme véritablement splendides ; ce sont des collections que l'on revoit toujours avec plaisir et qui montrent d'année en année des progrès constants dans la culture des jardins et même dans la culture industrielle.

R. L.

Nouveau service de trains sur la ligne d'Auteuil.

Les Compagnies de l'Ouest et de Ceinture viennent d'inaugurer un nouveau service de trains qui montre les services que pourrait rendre un Métropolitain dans notre capitale. La facilité des communications a déjà contribué beaucoup au développement des quartiers excentriques de l'ouest de Paris. Aucun autre point de la ville ne jouit de moyens de locomotion aussi fréquents, aussi rapides et moins encombrés. A en juger par le nombre des trains et des voyageurs parcourant la ligne d'Auteuil, on ne peut manquer de se demander ce que serait un métropolitain qui traverserait les quartiers les plus peuplés et les plus commerçants de Paris, de toutes les grandes villes la moins bien partagée sous ce rapport.

D'après le nouveau service, inauguré le 20 janvier, quatre trains par heure, dans chaque sens, parcourent la Ceinture dans toute sa longueur. Deux de ces trains, espacés d'une demi-heure, vont de la gare Saint-Lazare à Courcelles, par Auteuil et l'est de Paris, comme cela existait avant l'Exposition. Les deux autres, qui s'intercalent entre ceux-ci, ne quittent pas la Ceinture et font constamment le tour de Paris en passant par le raccordement de Courcelles.

Outre ces trains, il existe un grand nombre de départs de Saint-Lazare pour Auteuil. Ces trains sont espacés de telle sorte que, réunis aux précédents, ils donnent, pour la plus grande partie de la journée, six départs par heure, et au moment les plus actifs, jusqu'à huit et dix départs par heure, dans chaque sens, entre Auteuil et Paris.

On ne saurait trop remarquer que tout le monde rivalise de zèle pour que ce service, si chargé cependant, s'accomplisse régulièrement. Ajoutons que la sécurité est complète, grâce au block-système absolu rigoureusement appliqué à ces lignes.

En vérité, on peut dire que Paris a aujourd'hui le commencement de son chemin de fer métropolitain, et l'on ne saurait trop regretter que ce dernier ne se prolonge pas dans des quartiers plus centraux, où il rendrait des services incontestables à la majorité de la population. Quand la circulation atteint une certaine intensité, comme à Paris, le chemin de fer seul est susceptible d'une capacité de fréquentation suffisante pour faire face aux exigences d'un public, de jour en jour plus nombreux, et d'un débit qui puisse toujours rester au-dessus des circonstances, à moins peut-être d'agglomérations momentanées, comme l'Exposition nous en a fait voir.

La navigation à vapeur sur les canaux.

Le développement que prennent de jour en jour les transports par canaux impose l'obligation de substituer, dans un avenir prochain, au mode de halage ordinaire des appareils moteurs plus perfectionnés. On connaît déjà le remarquable système de traction par câble, imaginé tout récemment par M. Maurice Lévy ; le *Génie Civil* en a rendu compte (1), ainsi que des essais faits dernièrement dans le même ordre d'idées par M. Oriolle. Un Ingénieur suisse vient, au contraire, de chercher à munir le bateau lui-même d'un propulseur qui puisse assurer sa marche en avant et en arrière en toute sécurité. Le problème est difficile à résoudre, car l'emploi d'une roue ou d'une hélice causerait, eu égard à la faible section de nos canaux, des remous inadmissibles, et la végétation qui en garnit ordinairement le fond et les talus, met un autre obstacle à l'emploi d'engins mécaniques de forme compliquée.

L'inventeur de ce dernier procédé croit avoir trouvé une solution par l'emploi de l'air comprimé. Il a reconnu, par de nombreuses expériences, que si l'air comprimé est lancé dans une nappe d'eau par un tube de forme ordinaire, aucun effet de propulsion n'est obtenu ; si, au contraire, ce jet d'air comprimé s'écoule par un tube fermé à sa partie supérieure et sur les deux côtés, mais ouvert par le bas, on obtient un effet utile supérieur à celui d'une roue ou d'une hélice mises en mouvement par une force équivalente. De plus, la surface de l'eau reste absolument calme, ce qui est important dans un canal, pour les raisons que nous avons fait connaître ci-dessus.

Les expériences qui ont amené à cette conclusion ont été faites avec un modèle de bateau de dimensions très réduites, car la longueur ne dépassait pas 1^m 70, avec une largeur de 0^m 76 et un creux de 0^m 10. Une petite machine à vapeur en connexion directe avec le cylindre de compression donnait une force de $\frac{1}{4154}$ de cheval-vapeur. Dans ces conditions, le petit bateau s'est avancé avec une vitesse de 14 centimètres par seconde, sa résistance mesurée directement étant de 33 grammes.

On comprend que des essais sur une aussi petite échelle soient loin d'être concluants, mais l'idée semble assez ingénieuse.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 41, p. 294.(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIV, n° 8, p. 113.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LES FREINS CONTINUS PNEUMATIQUES
à l'Exposition universelle de 1889.

Groupe VI. — Classe G1

(Suite et fin¹.)

II. — FREIN SOULERIN. — Sur la locomotive sont montés : un éjecteur double avec clapet de retenue, un robinet de manœuvre, un vase à diaphragme, un réservoir auxiliaire et un appareil distributeur.

Sous chaque véhicule sont montés seulement (fig. 1) : le vase à

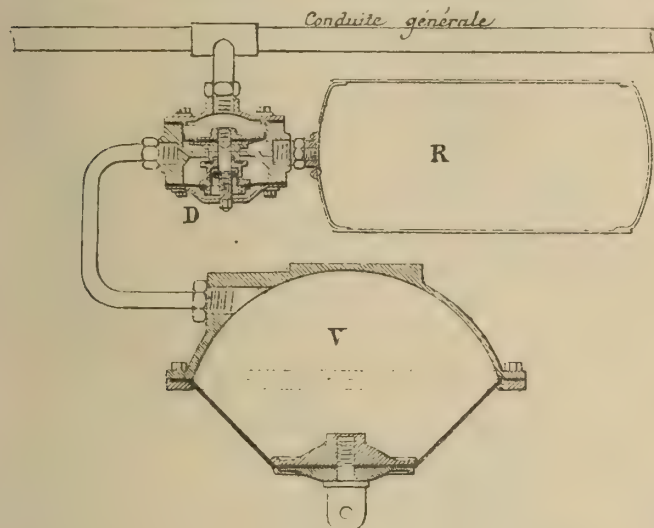


FIG. 1.

diaphragme V, le réservoir auxiliaire R, et le distributeur D, communiquant, d'une part, avec la conduite générale, et, d'autre part, avec le réservoir auxiliaire et le vase à diaphragme.

Fonctionnement général. — Pendant la marche du train, le vide est entretenu dans la conduite générale au moyen du petit éjecteur, et se transmet de là, par l'appareil distributeur, au réservoir auxiliaire, alors que le vase à diaphragme communique avec l'extérieur.

Pour produire le serrage, on laisse rentrer dans la conduite générale une certaine quantité d'air qui actionne les organes du distributeur ; aussitôt, le réservoir auxiliaire, au lieu de communiquer avec la conduite générale, communique avec le vase à diaphragme, qui n'est plus en relation avec l'extérieur.

L'air contenu dans le vase à diaphragme se précipite donc dans le réservoir auxiliaire où le vide existe, et la pression atmosphérique agissant sous le diaphragme, le soulève et actionne la timonerie.

Pour produire le desserrage, on rétablit le vide dans la conduite générale, ce qui replace les organes du distributeur à leur position de marche, et permet à l'air atmosphérique de rentrer dans les vases, dont les diaphragmes s'abaissent sous l'influence du poids de la timonerie.

Éjecteur. — L'éjecteur placé sur la locomotive comprend un grand éjecteur à jet de vapeur annulaire, et un petit éjecteur à jet de vapeur central, juxtaposés. Le rôle de ces deux éjecteurs est exactement le même que celui des appareils similaires du frein Clayton.

Robinet de manœuvre. — Le robinet de manœuvre est un robinet à clé, avec orifices et conduits convenablement disposés ; il est fixé par deux brides sur les deux tubulures qui amènent la vapeur au grand et au petit éjecteur. Sa poignée peut occuper quatre positions : Dans la première, ou position de desserrage, le grand éjecteur fonctionne seul ;

Dans la deuxième, ou position normale, c'est le petit éjecteur seul qui fonctionne ;

Dans la troisième, ou position de repos, aucun éjecteur ne fonctionne, et la conduite générale est complètement isolée ;

Dans la quatrième, ou position de serrage, la conduite générale communique plus ou moins avec l'air extérieur.

Vases à diaphragmes. — Ce sont exactement les mêmes que ceux décrits pour le frein à vide direct.

Réservoirs auxiliaires. — Ce sont des capacités cylindriques en tôle rivée et soudée, sur le fond desquelles est fixée une bride qui reçoit le distributeur, comme dans le cas des freins à air comprimé.

Accouplements. — Ce sont les mêmes que ceux décrits pour le frein à vide direct.

Distributeur. — Le distributeur (fig. 2) se compose de deux systèmes mobiles : le premier comporte deux cuirs emboutis *p* et *f*, montés sur la même tige *t*, et se meut librement à l'intérieur d'un ensemble de pièces qui forme la tige *t'* du deuxième système mobile.

Ce système comprend un diaphragme *m* et un clapet *a*, qui a son siège sur le corps du distributeur.

Enfin R communique avec le réservoir auxiliaire, V avec le vase à diaphragme, et C avec la conduite générale.

Fonctionnement. — Pendant la marche du train, le vide entretenu dans C maintient soulevés le système *pf* et le système *ma*. Dans ces

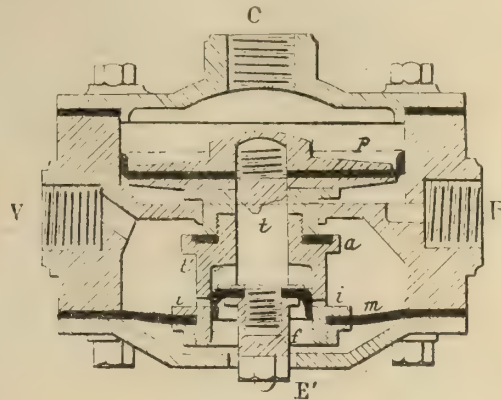


FIG. 2.

conditions, le clapet *a* étant appliqué, le vide se propage dans le réservoir auxiliaire, dont l'air est aspiré autour du cuir *p*.

Au contraire, l'embouti *f* étant venu au-dessus des orifices *ii*, et restant du reste appliqué contre les parois sous l'influence de la pression atmosphérique, le vase à diaphragme communique avec l'extérieur par *i, i, E'*.

Quand on laisse rentrer l'air dans la conduite générale pour serrer les freins, le système *pf* est amené à sa position inférieure ; la garniture de *p* s'applique, et l'embouti *f* vient fermer les orifices *ii*.

En même temps, le système *ma* s'abaisse également, et le clapet *a* est écarté de son siège.

Dès lors, le vase à diaphragme cesse de communiquer avec l'extérieur, mais communique avec le réservoir auxiliaire, et le serrage se produit.

L'appareil est essentiellement modérable ; en effet, à chaque instant du serrage, le système mobile est soumis aux trois pressions qui existent respectivement dans la conduite générale, le vase à diaphragme et le réservoir auxiliaire.

Dès que la résultante de ces pressions, qui était dirigée de haut en bas, change de sens, par suite de l'augmentation de pression dans le réservoir auxiliaire, et de la diminution de pression dans le vase à diaphragme, le clapet *a* s'applique, et l'air du vase cesse de passer dans le réservoir. A partir de ce moment, la pression sur le diaphragme moteur restera donc constante et dépendra essentiellement de la quantité d'air qu'on aura laissé rentrer dans la conduite générale. Suivant cette quantité, on pourra donc modérer le serrage à volonté.

Le frein Soulerin peut également être employé avec des cylindres à freins, soit à garnitures embouties, soit à anneau roulant, bien que leur étanchéité soit très inférieure à celle des vases à diaphragmes qui leur sont préférables à tous les points de vue. Quoiqu'il semble *a priori* composé d'organes plus nombreux, il offre sur les autres systèmes des avantages très sérieux au point de vue de la simplicité, du poids, de la dépense d'air et de l'entretien.

Conclusions. — On a pu voir, par l'exposé précédent, que, d'une façon générale, les freins à vide l'emportent sous tous les rapports sur les freins à air comprimé. L'éjecteur est un appareil robuste qui ne se déränge jamais, et ne demande ni graissage, ni entretien d'aucune sorte ; même après une longue inaction, il est toujours prêt à fonctionner à nouveau. La pompe de compression est, au contraire, un appareil très délicat et très capricieux, s'usant rapidement, nécessitant de fréquents graissages, et se détériorant facilement au repos. Tous les autres organes des freins à air comprimé, qui sont destinés à contenir presque constamment de l'air comprimé à une pression de 4 atmosphères et plus, demandent également des soins spéciaux, et sont beaucoup plus sujets à détérioration que ceux du vide, qui ont à résister au maximum à une pression de 0^{mil} 8. On dispose, il est vrai, *a priori*, d'une moins grande puissance de serrage avec le vide qu'avec l'air comprimé ; mais rien n'empêche de ramener les choses au même point, en choisissant des diamètres de vases et des bras de levier suffisants.

De la comparaison des deux systèmes, il résulte donc, pour le vide, des avantages incontestables, qui méritent, en cas de choix à faire, d'attirer très sérieusement l'attention.

En ce qui concerne le freinage des trains de marchandises, les appareils à vide remplissent également au plus haut degré les trois conditions précédemment énoncées. Quant à la rapidité de propagation du serrage, on a vu que par l'addition d'organes assez simples, tels que la valve à air du frein Clayton, par exemple, on peut arriver à des résultats comparables à ceux obtenus par l'air comprimé au prix de complications très notables. Si, de plus, on remarque qu'un frein à vide direct n'est autre que la continuation d'un frein à air comprimé automatique dont les pressions passeraient au-dessous d'un zéro con-

(1) Voir le Génie Civil, tome XVI, n° 8, p. 216 ; n° 9, p. 230 ; n° 10, p. 244 ; n° 13, p. 297, et n° 44, p. 317.

ventionnel représenté par la pression atmosphérique; et, qu'inversement, un *frein à vide automatique* n'est autre que la continuation d'un *frein à air comprimé direct*, on concevra qu'on puisse réaliser par la juxtaposition de deux de ces appareils, un ensemble qui, d'après certains résultats obtenus jusqu'ici, pourrait très bien conduire à la solution du problème d'une façon à la fois très simple et très rationnelle, et qui placerait du coup le frein à vide hors de comparaison.

Freins fonctionnant indifféremment par le vide ou par l'air comprimé. — **SYSTÈME SOULERIN.** — A l'époque où les grandes Compagnies de chemins de fer durent munir leur matériel de freins continus, les uns choisirent des freins à air comprimé, les autres des freins à vide.

Ces deux classes de freins étant essentiellement incompatibles, il s'ensuit que des véhicules munis de freins à vide ne peuvent entrer dans la composition d'un train muni de freins à air comprimé, et réciproquement, sans interrompre la continuité du frein.

L'appareil Soulerin permet de modifier un frein existant d'un système quelconque, soit à vide, soit à air comprimé, de façon à lui

tige E et sa garniture de cuir embouti, soit par le distributeur et la double valve.

Quand on laisse rentrer l'air dans la conduite générale à vide pour produire le desserrage, le diaphragme s'abaisse sous l'influence de son poids ou de contrepoids additionnels, et l'air de la chambre A, qui tendrait à former une contrepression, s'échappe par le distributeur ou la double valve.

On voit donc que, pendant tout le fonctionnement par le vide, le distributeur ne joue aucun rôle, et que la double valve prend une position fixe qui isole la conduite à vide de l'extérieur.

2° *Par l'air comprimé.* — Pendant la marche du train, le distributeur permet à l'air comprimé de la conduite générale à air comprimé de se rendre au réservoir auxiliaire, alors que les chambres A et V du vase à diaphragme communiquent avec l'extérieur. La double valve interrompt toute communication avec la conduite générale à vide.

Quand on produit une dépression dans la conduite générale à air comprimé pour effectuer le serrage des freins, l'air comprimé du

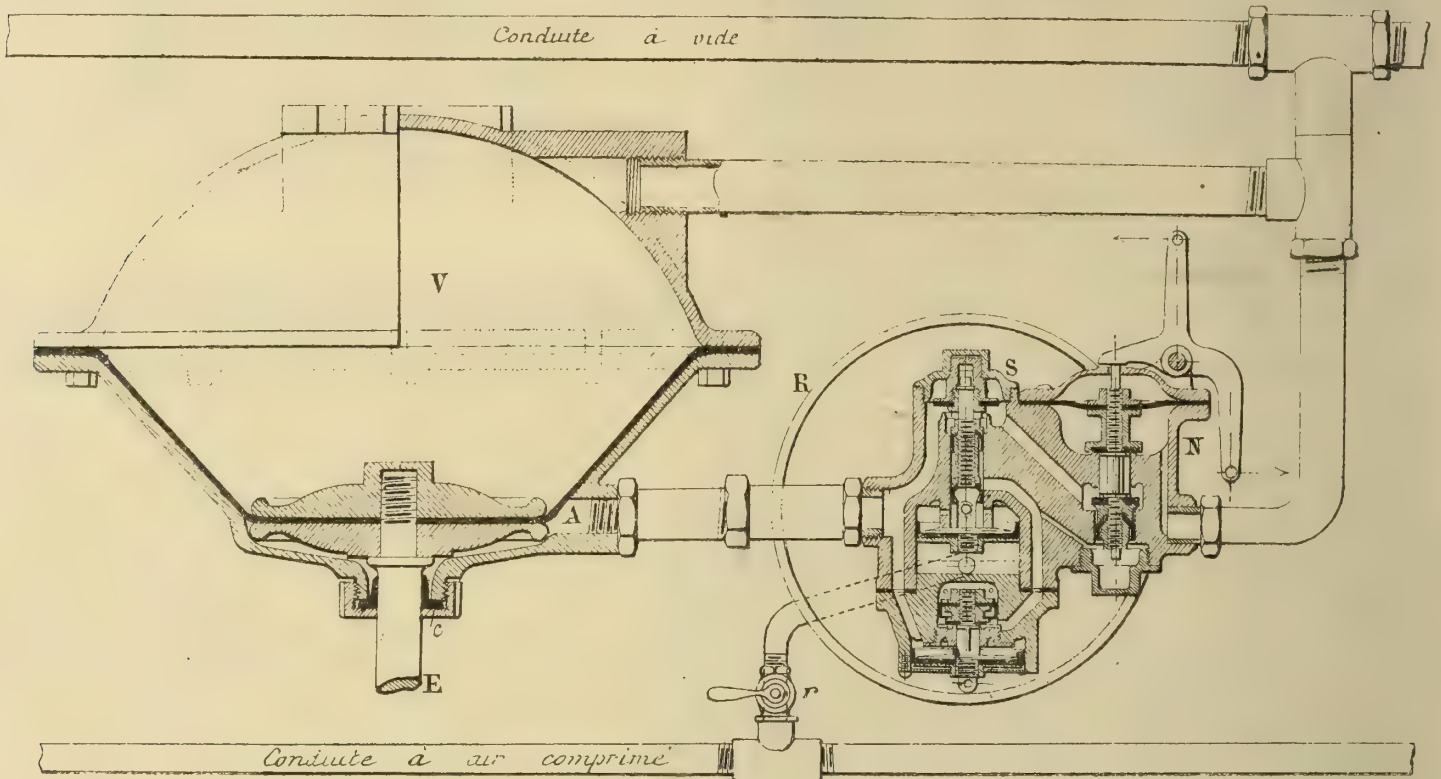


FIG. 3.

permettre de fonctionner indifféremment par le vide ou par l'air comprimé. La plupart des cas qui peuvent se présenter dans les trafics actuels ont été étudiés et résolus à l'aide de modifications plus ou moins importantes d'un distributeur type.

Nous ne décrivons ici que la plus simple, qui a été appliquée à un certain nombre de véhicules de la Compagnie du chemin de fer du Nord, et qui permet aux freins de fonctionner indifféremment comme freins à vide directs ou comme le frein à air comprimé *Westinghouse*.

Le système est basé sur l'emploi d'un distributeur spécial, qui détend l'air comprimé du réservoir auxiliaire avant de le laisser agir sous le diaphragme moteur, et d'une double valve qui établit ou ferme automatiquement certaines communications.

De cette façon, la pression de l'air qui agit sous le diaphragme lors du fonctionnement par l'air comprimé, est d'environ 0^{kg} 8 par centimètre carré, c'est-à-dire à peu près la même que celle qui serait due à la pression atmosphérique dans le fonctionnement par le vide. L'ensemble des appareils est représenté figure 3.

Le vase à diaphragme comprend deux chambres étanches : l'une supérieure V pour le vide ; l'autre inférieure A pour l'air comprimé.

La tige de commande E de la timonerie passe au travers d'un cuir embouti c qui assure l'étanchéité du joint.

Il y a deux conduites générales : l'une pour le vide, avec accouplements à vide ; l'autre pour l'air comprimé, avec accouplements à air comprimé.

La conduite à vide communique avec la chambre V et avec la double valve ; la conduite à air comprimé communique avec la chambre A par l'intermédiaire du distributeur.

Enfin le distributeur est lui-même fixé sur un réservoir R à air comprimé. Un robinet r permet d'isoler l'appareil en cas d'avarie, la conduite générale jouant alors le rôle de « conduite blanche ».

Fonctionnement général. — 1° *Par le vide.* — Pendant la marche du train, tous les appareils sont remplis d'air à la pression atmosphérique.

Quand on produit une dépression dans la conduite générale à vide pour effectuer le serrage, la double valve interrompt toute communication entre cette conduite et l'extérieur. Le vide se propage dans la chambre V, et le diaphragme se soulève sous l'influence de la pression atmosphérique. Le vide qui tendrait à se produire dans la chambre A est annulé par les rentrées d'air qui se font soit entre la

réservoir auxiliaire se rend, en se détendant par son passage à travers le distributeur, dans la chambre A du vase et soulève le diaphragme. La contrepression qui tendrait à se produire dans V est évitée, grâce à l'échappement de l'air de cette chambre à l'extérieur par la double valve.

Quand on réintroduit la pression dans la conduite générale à air comprimé pour produire le desserrage, les organes du distributeur reprennent leur position de marche, et la chambre A communiquant avec l'extérieur, l'air s'en échappe, et le diaphragme retombe. Le vide qui tendrait à se produire dans V est annulé par la rentrée d'air qui s'effectue par la double valve.

Distributeur-détendeur et double valve. — Le distributeur-détendeur S (fig. 4) se compose essentiellement de deux systèmes mobiles de pistons et clapets : le système *m', n', a',* et le système *m, a, n, f.* Il est monté par R sur le réservoir auxiliaire, et communique par C avec la conduite générale à air comprimé, par A avec la chambre A du vase à diaphragme, par E avec l'extérieur, et par A' et L avec la double valve.

La double valve N (fig. 4) se compose du système de pistons, clapets et diaphragme *b, c, d, e.* Elle communique par V avec la conduite à vide, par E' avec l'extérieur, et par L et A' avec le distributeur.

Fonctionnement par le vide. — Pendant la marche du train, l'ensemble est entièrement soumis à la pression atmosphérique.

Pendant le serrage, les organes du distributeur ne bougent pas : le système *b, c, d, e* de la double valve s'abaisse, et le clapet c empêche toute communication entre la conduite à vide et l'extérieur. L'air rentre dans A en passant autour du cuir *m'*, ainsi que par l'échappement E' de la double valve, ou par l'échappement E du distributeur.

Lors du desserrage, les organes du distributeur et de la double valve conservent la position qu'ils avaient. L'air de A s'échappe par E' ou par E.

Fonctionnement par l'air comprimé. — Pendant la marche du train, l'air comprimé de la conduite générale arrive par C, passe autour du cuir *n*, et, agissant sous le piston *a*, amène le système *m, n, a, f*, à sa position supérieure. Les orifices *i, i* sont alors découverts, et l'air comprimé peut se rendre par *i, i* et R au réservoir auxiliaire. La chambre A communique par *f* et E avec l'extérieur.

Lors du serrage, la dépression produite dans la conduite générale amène le système m, a, n, f à sa position inférieure. Le clapet f s'appliquant sur son siège empêche toute communication entre A et l'extérieur, tandis que le piston a venant au-dessous des orifices i, i , permet à l'air comprimé du réservoir auxiliaire de se rendre par l, l à

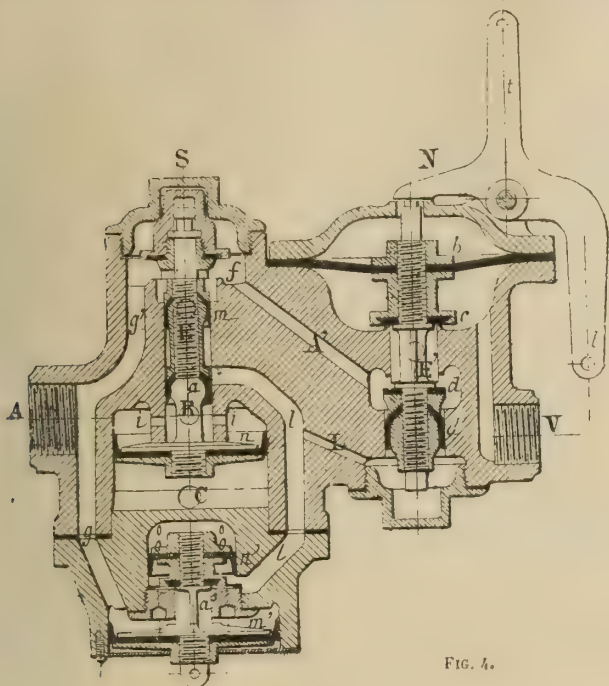


FIG. 4.

la partie inférieure du distributeur. Le système m', a', n' est soulevé, et l'air détendu se rend par g et A dans la chambre inférieure du vase à diaphragme.

Pendant ce serrage, l'air de la chambre V s'échappe à l'extérieur par E' de la double valve. En effet, le système b, c, d, e est soulevé, puisque la face inférieure du piston e est soumise à l'air du réservoir auxiliaire, tandis que sa face supérieure n'est soumise qu'à l'air détendu.

Lors du desserrage, l'air de A s'échappe par E, tandis que le vide qui tend à se former dans V est annulé par l'air rentrant par E'.

Lorsque les freins se sont appliqués automatiquement lors du fonctionnement par l'air comprimé, en agissant sur le levier de purge t, t à l'aide des tirettes disposées de chaque côté du wagon, on abaisse le système b, c, d, e et la chambre A se vide par E' en produisant le desserrage.

Au point de vue de la modérabilité, le système m', a', n' joue exactement le même rôle que le système m, n, a du distributeur Soulerin pour freins à air comprimé automatiquement, décrit plus haut. Mais le cuir m' étant plus grand que le cuir n' , nous nous trouvons dans le troisième cas considéré de $\frac{Sm}{Sn} > 1$, et dans une proportion telle que l'air est détendu de 4 kilogr. à 0^{mil}8 environ.

Outre l'application qui vient d'en être décrite, cet appareil, en tant que frein à air comprimé seul, et par conséquent sans l'adjonction de la double valve, permet l'emploi très avantageux de diaphragmes moteurs en toile caoutchoutée que leur peu de résistance seul avait fait écarter jusqu'ici, mais qui présentent une étanchéité bien plus parfaite que les pistons en cuir embouti des cylindres à freins, tout en étant sujets à bien moins d'entretien.

Jusqu'ici, le seul frein à fonctionnement mixte était le frein *Welch et Smith*, qui reposait sur la combinaison d'un frein à air comprimé et d'un frein à contrepoids, et qui présentait des inconvénients tels que son emploi n'a pu se répandre.

Aussi, l'appareil *Soulerin*, basé sur la détente de l'air obtenue simplement en considérant un cas particulier du distributeur ordinaire, peut-il être regardé comme une solution essentiellement nouvelle et très fructueuse de la question, fructueuse à ce point que des modifications, du reste peu complexes, ont permis d'obtenir des appareils pouvant fonctionner indifféremment avec tous les systèmes de freins à vide ou à air comprimé existants, et remplir les conditions d'un problème quelconque posé dans cet ordre d'idées.

Nous terminerons ici cette étude sur les freins continus pneumatiques à l'Exposition universelle de 1889. Nous n'avons eu d'autre but que d'essayer de faire connaître l'ensemble d'une question jusqu'ici assez peu vulgarisée, et de fournir à ceux qu'elle intéresse plus particulièrement le résumé aussi complet que possible des derniers résultats obtenus.

GEORGES LESOURD,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Le tirage de la tombola. — L'opération du tirage de la tombola de l'Exposition, commencée le lundi 27 janvier, n'a pu être terminée que le lundi suivant; elle a donc duré huit jours. Le nouveau système adopté pour le tirage n'a donné, en somme, que d'assez médiocres résultats. Il ne faut point oublier cependant que le nombre des lots

était de 5 000, à tirer au sort entre deux millions de billets, et que ce chiffre considérable devait forcément nécessiter un temps assez long pour mener l'opération à bonne fin.

Correspondance.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

Lieben-les-Prague (Autriche), le 25 janvier 1890.

J'ai l'honneur de vous envoyer un court extrait d'une communication que j'ai faite récemment à la Société Polytechnique de Bohême, à Prague, sur l'Exposition universelle de Paris en 1889.

Les renseignements détaillés que votre excellente Revue a publiés sur cette Exposition, m'ont été d'une grande utilité pour la rédaction de ce compte rendu. Je ne doute point que tous les Ingénieurs étrangers ne soient, comme moi, pénétrés de reconnaissance envers les fonctionnaires et le public français pour l'extrême obligeance avec laquelle ont été mis à notre disposition tous les documents et publications concernant les constructions de l'Exposition et les objets exposés.

Je tiens, en particulier, à adresser tous mes remerciements au Ministère des Travaux publics, à la Ville de Paris, qui, sur ma demande, se sont empressés de m'envoyer leurs remarquables catalogues, ainsi qu'à MM. Hersent, Schneider et à tous les exposants, en général, qui ont bien voulu nous communiquer des renseignements.

Veuillez agréer, Monsieur, etc.

C. LUDWICK,
Ingénieur.

Président de la Société Polytechnique de Bohême.

EXTRAIT DES COMPTES RENDUS DE LA SOCIÉTÉ POLYTECHNIQUE DE BOHÈME
A PRAGUE

(Séance du 6 décembre 1889.)

M. Ludwick, président de la Société, présente un rapport détaillé sur l'Exposition universelle de Paris en 1889.

Après avoir décrit l'ensemble de l'Exposition, de ses remarquables bâtiments et des objets exposés les plus intéressants au point de vue de l'art de l'Ingénieur, il fait l'éloge de la disposition grandiose adoptée pour le plan général des palais du Champ de Mars, en joignant à ses explications de nombreux dessins et photographies. Il insiste tout spécialement sur les constructions en fer, et fait ressortir l'importance du rôle que ce métal est appelé à jouer désormais en architecture. Il démontre, en particulier, par divers exemples, que les Architectes et les Ingénieurs qui sont les auteurs de ces palais ont recherché, avant tout, au point de vue de la décoration, des formes appropriées au fer lui-même, en accusant franchement l'emploi de ce métal. Pour augmenter l'effet décoratif, ils se sont contentés de la couleur. Ainsi, pour la Tour de 300 mètres, on a absolument dédaigné tout artifice de revêtement; elle produit tout son effet par sa forme seule, de même que le Palais des Machines, qui ne comporte aucun accessoire au point de vue de la décoration.

M. Ludwick cite ensuite, parmi les choses les plus intéressantes: le chemin de fer glissant à propulsion hydraulique, système Girard et Barre; le chemin de fer Decauville; diverses expositions spéciales, telles que celles de la Ville de Paris, du Ministère des Travaux publics, de l'Industrie du pétrole, le système employé pour le fonctionnement des fontaines lumineuses, etc.

L'orateur mentionne également les projets les plus importants qui sont actuellement étudiés à Paris: le projet de Paris-port-de-mer, les projets de chemin de fer métropolitain pour la capitale, le projet présenté par MM. Schneider et Hersent pour la construction d'un pont sur la Manche, etc. Il espère que son compte rendu sommaire sera complété par des communications spéciales de ses collègues.

M. Ludwick termine son intéressante communication par les paroles suivantes:

« L'Exposition universelle de Paris est le résultat de la vaillante collaboration d'Ingénieurs éminents et d'un grand savoir, dirigeant uniquement l'attention vers le but proposé et tout à fait libres dans leur initiative technique. « Libre dans l'initiative technique », cela peut paraître tout simple et naturel dans notre pays; mais en France ces mots expriment un principe qui veut dire: A l'homme technique sa liberté d'initiative et d'action; à lui tout le succès et le mérite s'il réussit. Il en a toujours été ainsi en France depuis des siècles, et l'on n'y a jamais discuté le rôle fécond de l'Ingénieur: les noms de Carnot, Eiffel, Freycinet, de Lesseps en sont la preuve.

« Je termine en rappelant ici les paroles du baron de Weber, qui a dit avec raison: « De tous les pays civilisés de l'époque de la Renaissance, la France est celui qui possède la culture technique la plus ancienne. Longtemps avant l'ère des chemins de fer, ses ports, ses canaux, ses ponts et chaussées et l'amélioration de ses fleuves remplissaient d'orgueil la nation presque au même degré que ses gloires militaires. Les noms des auteurs de ces œuvres étaient connus du peuple, ils lui étaient chers et étaient célébrés comme ceux de ses héros. Il y a déjà quatre générations que nous voyons l'Ingénieur triompher dans ce pays; on nommait alors Perdonnet, Belidor, Riquet, tout comme Molière et Corneille, Goujon et Germain Pilon, Lesueur et Lebrun. »

« Les sources naturelles et inépuisables de la richesse de la France et sa situation économique tout particulièrement favorable expliquent comment tous les dommages causés par tant de révolutions politiques et de désastres n'ont pas laissé de traces visibles dans ce pays, dont la richesse nationale s'est augmentée, paraît-il, de 90 milliards dans la période de 1869-1889. Je trouve cependant une autre explication à ce fait: c'est qu'en France le savoir et l'organisation techniques sont profondément enracinés et estimés. Que ceci nous encourage à marcher également avec le développement de notre éducation technique pour le bien et l'honneur de notre patrie autrichienne, si richement douée, ainsi que pour le bien et pour l'honneur de notre profession! »

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 9 décembre 1889.

Physique. — 1° *Sur les températures, les pressions et les volumes caractéristiques.* Note de M. LADISLAS NATANSON, présentée par M. Lippmann.

Dans cette note, l'auteur démontre qu'il existe pour chaque gaz un nombre infini de valeurs caractéristiques t, p, v (températures, pressions, volumes) qui, adoptées comme unités des variables générales t, p, v , ont la propriété remarquable de faire disparaître toute différence des équations caractéristiques des différents gaz. Les systèmes employés habituellement pour la mesure des températures, des pressions et des volumes n'ayant rien de commun avec la nature intime des corps, font naître dans l'équation $F(t, p, v) = 0$ des différences qui disparaissent lorsque pour chaque corps on se sert d'un système spécial adapté à ses propriétés.

2° *Sur la localisation des franges d'interférence des lames minces isotropes.* Note de M. J. MACÉ DE LÉPINAY.

3° *Sur le degré de précision des thermomètres.* Note de M. E. RENOU, présentée par M. Mascart.

A propos des erreurs auxquelles peuvent conduire les thermomètres dans la détermination des températures, M. Renou rappelle que Regnault avait adopté pour règle invariable, dans le choix de ses thermomètres, de ne conserver que ceux qui, soumis alternativement, un petit nombre de fois, à la glace et à l'ébullition, atteignaient promptement un état stationnaire. Les étalons de M. Renou ont toujours été choisis d'après ces principes.

Il y a près de sept ans, M. Dumas ayant dit à M. Renou qu'il croyait indispensable une comparaison des thermomètres du Bureau international des poids et mesures avec ses étalons, ce dernier lui remit, à cet effet, ses deux thermomètres à échelle arbitraire de Fastré et de Tonnelot. En août 1883, après essai, l'accord a été trouvé satisfaisant.

Ces thermomètres à échelle arbitraire servent à M. Renou depuis trente ans à la comparaison de tous les autres; il emploie toujours simultanément un thermomètre de Fastré et un de Tonnelot. Ces comparaisons se font toujours dans l'eau agitée et à température à peu près stationnaire; pour les thermomètres qui ne sont divisés qu'en degrés, on modifie légèrement la température du liquide, de manière que le mercure affleure très exactement une des divisions. En répétant plusieurs fois l'opération, on arrive aisément à déterminer l'erreur des thermomètres essayés à 0° 02 près.

Jusqu'ici les thermomètres ont eu un défaut très gênant, surtout pour les personnes qui n'ont pas les moyens de les vérifier: c'est le déplacement du zéro. Depuis peu d'années, quelques-uns de nos constructeurs font recuire leurs thermomètres et obtiennent ainsi des zéros tout à fait invariables. Il est étonnant, ajoute M. Renou, qu'on ait attendu si longtemps avant de pratiquer le recuit des thermomètres, indiqué par M. J.-N. Legrand, en janvier 1837. Les règles qu'il a établies ne sont pas toutes parfaitement exactes: il a cru que les thermomètres non recuits arrivaient à un état stationnaire au bout de quelques mois, tandis que les étalons de M. Renou n'y sont arrivés qu'au bout de trente ans; mais c'est bien à lui qu'on doit l'indication du recuit, qui s'imposera certainement bientôt à tous les constructeurs.

Chimie. — 1° *Combinaisons du potassium et du sodium avec le gaz ammoniac.* Note de M. A. JOANNIS.

En étudiant la solubilité d'un grand nombre de corps dans le gaz ammoniac liquéfié, Gore a constaté que le potassium et le sodium s'y dissolvent. Plus tard, Weyl a trouvé que le sodammonium et le potassammonium sont des liquides ayant pour formules AzH^3Na et AzH^3K . Il résulte, au contraire, des recherches de M. Joannis que le liquide obtenu correspond à des compositions variables, en général, et que le sodammonium et le potassammonium sont solides.

M. Joannis a étudié la formation de ces corps à diverses températures, maintenues constantes, avec de l'ammoniaque anhydre absolument pure, et il indique les principaux résultats obtenus. La température restant constante:

1° Si l'on met, pour un équivalent de métal alcalin, une vingtaine d'équivalents d'ammoniaque, la pression de ce gaz diminue rapidement quand on enlève de l'ammoniaque.

2° A partir d'un certain moment, la pression de-

vient constante. A ce moment, le composé de sodium a pour formule $(Na + 5,3 AzH^3)$ à 0°; la tension est de 170^{mm} de mercure.

3° Cette composition varie avec la température; ce n'est donc pas une combinaison, malgré la tension constante de l'ammoniaque.

4° En enlevant encore de ce gaz, on constate que le liquide laisse déposer un corps solide qui a exactement la même couleur que lui: il est d'un rouge plus intense que celui du cuivre. La tension constante observée pendant ce temps peut donc être considérée comme la tension du liquide ammoniac saturé de ce corps solide; cette solution, au moment où elle est saturée, dépose le sodammonium solide, et la tension reste constante parce que la solution reste saturée: la tension observée est donc une tension de vapeur.

5° Quand il ne reste plus qu'un équivalent d'ammoniaque combiné au métal alcalin, il n'y a plus trace du liquide; il ne reste que du sodammonium ou du potassammonium solide. Si l'on continue alors d'enlever de l'ammoniaque, le métal alcalin apparaît d'une façon permanente, et cette décomposition se fait sous une tension constante; c'est donc une dissociation; cette tension est la même que celle du liquide saturé.

Enfin l'auteur termine sa communication en décrivant le procédé dont il a fait usage pour établir la composition du corps solide d'une façon précise.

2° *Cyanures de mercure ammoniacaux.* Note de M. RAOUL VARET, présentée par M. Berthelot.

L'auteur présente dans cette note la préparation de plusieurs cyanures de mercures ammoniacaux:

1° Le cyanure ammoniacal $Hg^2Cy^2, 2AzH^3$, qui se présente sous la forme d'aiguilles prismatiques, transparentes. Ce corps est très altérable à l'air, il blanchit et perd de l'ammoniaque. La perte à l'air est telle que, dans l'espace de trois ou quatre minutes, les cristaux perdent 0,81 % de ce gaz, et au bout d'une demi-heure, le corps $Hg^2Cy^2, 2AzH^3$ n'en contient plus que 5,35 % au lieu de 11,88. A 100°, il perd toute son ammoniaque en quelques heures;

2° Le cyanure ammoniacal $Hg^2Cy^2, 2AzH^3, Ho$; on l'obtient en longues aiguilles blanches prismatiques; c'est un corps très altérable à l'air, mais moins que le précédent; il perd de l'eau et de l'ammoniaque. Chauffé à 100°, il est entièrement décomposé, ne laissant que du cyanure de mercure;

3° Le cyanure ammoniacal Hg^2Cy^2, AzH^3 s'obtient en petits cristaux grenus très durs. C'est un corps altérable à l'air, soluble dans l'ammoniaque; chauffé à 100°, il est décomposé en cyanure de mercure et en ammoniaque.

4° Le cyanure ammoniacal Hg^2Cy^2, AzH^3, Ho , s'obtient en petits cristaux blancs grenus, très solubles dans l'ammoniaque aqueuse ou alcoolique, très altérables à l'air. Il se déshydrate complètement et perd son ammoniaque quand on le laisse quelques heures à 100°.

3° *Dosage simultané du soufre et du carbone dans les matières organiques sulfurées.* Note de M. L. PRUNIER, présentée par M. Berthelot.

M. L. Prunier présente à l'Académie un procédé commode et très expéditif qui fournit dans une même combustion: 1° le dosage du soufre avec plus de facilité et d'exactitude que par les procédés ordinaires; 2° le dosage du carbone, ce dernier étant un peu moins rigoureux et commode que le premier.

Ce procédé repose sur le principe suivant: on mêle la pesée du produit à analyser, avec du permanganate de potasse, et l'on chauffe dans un tube ordinaire en faisant barboter les gaz de combustion dans une solution aqueuse de permanganate. Il ne se dégage que de l'oxygène. On traite par l'eau le contenu du tube; tout le soufre se trouve dans la solution aqueuse, que l'on filtre sur l'amiante pour séparer un dépôt assez abondant d'oxydes de manganèse retenant une petite proportion de carbone.

Dans la moitié de la liqueur filtrée, préalablement acidifiée et décolorée par l'acide chlorhydrique, on dose le soufre à l'état de sulfate.

La seconde moitié de la liqueur et la totalité du résidu insoluble demeuré sur l'amiante servent au dosage du carbone. Ce dernier n'est que partiellement transformé en acide carbonique; il est donc nécessaire de soumettre cette seconde moitié de la liqueur à une ébullition prolongée en présence de l'acide sulfurique, après s'être assuré qu'il reste assez de permanganate pour achever l'oxydation. Tout le carbone transformé alors en acide carbonique est dosé de la manière habituelle;

4° *Sur deux sucres nouveaux retirés du quéracho.* Note de M. C. TAXRET, présentée par M. Berthelot.

L'auteur présente dans cette note deux sucres nou-

veaux tirés de l'écorce du quéracho, obtenus, l'un directement, l'autre par dédoublement du premier.

Le sucre obtenu directement, auquel l'auteur donne le nom de quérachite, présente la formule $C^{14}H^{14}O^{12}$; il cristallise en prismes rhomboïdaux anhydres de saveur très sucrée. Il est très soluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool bouillant, même absolu, mais insoluble dans l'éther. Sa densité à 0° est de 1,54. La quérachite fond à 186°-187°; vers 210°, elle bout dans le vide en se sublimant en belles aiguilles; elle est lévogyre; elle ne fermente que sous l'influence de la levure de bière; elle est sans action sur la liqueur de Fehling.

Chauffée avec de l'acide azotique, la quérachite présente les mêmes réactions que l'inosite. Après avoir décrit les propriétés de ce corps, l'auteur fait remarquer que l'inosite ainsi formée porte à trois le nombre des inosites connues jusqu'à ce jour.

5° *Recherches sur la carotine; son rôle physiologique probable dans la feuille.* Note de M. ARNAUD, présentée par M. Pasteur.

Météorologie. — 1° *Sur les observations de température au sommet de la Tour Eiffel.* Note de M. Alfred ANGOT, présentée par M. Mascart.

M. Angot présente à l'Académie le résultat des observations de température faites au sommet de la Tour Eiffel, commencées le 1^{er} juillet dernier, et suivies depuis lors sans interruption. Il résulte des chiffres consignés par M. Angot, et donnés en détail dans la note, que les observations de température, aussi bien que celles de la vitesse du vent, montrent à quel point les conditions météorologiques à 300 mètres seulement de hauteur peuvent différer de celles que l'on observe près du sol.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Revue technique de l'Exposition universelle de 1889, par un Comité d'Ingénieurs, de constructeurs, d'architectes, etc. Organe officiel du Congrès international de Mécanique appliquée. E. Bernard et C^{ie}, éditeurs. — Paris 1890. — Prix de souscription jusqu'au 31 janvier 1890, 150 francs; après le 1^{er} février 1890, 200 francs.

La maison Bernard a entrepris, sous la direction de M. Ch. Vigreux, la publication d'une Revue technique de l'Exposition de 1889. Les trois premiers fascicules déjà parus, avec de beaux atlas de planches hors texte, font bien augurer de la suite de cette publication, dont la rédaction comprend des noms estimés d'Ingénieurs, de constructeurs et d'architectes.

Cette publication traitera de l'ensemble des sujets techniques qui ont fait l'objet de l'Exposition: architecture, construction, travaux publics, mécanique, électricité, chimie et physique industrielles, art militaire, agriculture, etc... Une partie spéciale est réservée à la publication des comptes rendus du Congrès international de mécanique appliquée.

Les Alliages. — Trois leçons par M. le professeur W. CHANDLER ROBERTS-AUSTEN. — Traduction de G. RICHARD, Ingénieur civil des Mines. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris 1890. — Prix: 1 fr. 75.

M. G. Richard vient de publier chez MM. Gauthier-Villars et fils une excellente traduction de l'étude de Chandler Roberts sur *Les Alliages*, dans laquelle nous signalons particulièrement, comme de nature à intéresser nos lecteurs d'une façon spéciale, un curieux chapitre sur les alliages envisagés au point de vue de leurs applications artistiques.

Les artisans en métaux de l'Orient, ceux du Japon surtout, obtiennent des effets curieux en se servant d'alliages dont la composition, ignorée jusqu'à ce jour, est révélée pour la première fois par l'intéressant ouvrage de M. Chandler Roberts.

AVIS. — L'Administration du Génie Civil se charge de procurer tous les ouvrages indiqués au compte rendu bibliographique. Envoyer le montant en un mandat de poste; le port en sus.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant: MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Prolongement du bassin de radoub de Livourne (*planche XXXI*), p. 337 ; HENRI MAMY. — Mines : Ouro Preto et les mines d'or (Brésil) (*suite*), p. 338 ; PAUL FERRAND. — Variétés : Les États-Unis à vol d'oiseau (*suite*), p. 340 ; G. MOREAU ; — Revue des organes techniques allemands, p. 342 ; G. BRESSON ; — Météorologie et mortalité de Paris en 1889, p. 343 ; F. MARIÉ-DAVY. — Études économiques : Société française des habitations à bon marché, p. 344 ; A. GIBON. — Correspondance : Le port du Havre, p. 344 ; E. CHABRIER ; — Gustave-Adolphe Hirn, p. 345 ; WILLIAM GROSSETESTE. — Informations : Décret concernant les groupes téléphoniques, p. 346 ; — Les grandes cheminées d'usines,

p. 347 ; — Projet d'une tour Eiffel en glace à Montréal, p. 347 ; — Réparation d'un câble sous-marin, p. 347 ; — Le chauffage à la vapeur des wagons de voyageurs, p. 347 ; — Un wagon de 50 tonnes de capacité, p. 347.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889 : La Nouvelle-Zélande à l'Exposition de 1889, p. 348 ; R. GENTILINI. — La céramique (classe 20), p. 349 ; A. MOSTICKER. — Chronique de l'Exposition, p. 351.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des sciences, séance du 16 décembre 1889, p. 352 ; G. PETIT.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 352.

Planche XXXI : Prolongement du bassin de radoub de Livourne.

TRAVAUX PUBLICS

PROLONGEMENT DU BASSIN DE RADOUB DE LIVOURNE

(Planche XXXI.)

Le port de Livourne possède, depuis 1863, un bassin de radoub, construit par l'Ingénieur Matti, et dont les dimensions principales sont les suivantes :

Le premier bassin avait été fondé sur un sable vaseux peu perméable, et il avait été possible d'exécuter les travaux à ciel ouvert, par épuisement. Les conditions du travail se sont modifiées depuis lors. On a creusé une darse et un canal, qui ont amené la mer à côté du bassin, ce qui a rendu extrêmement difficile l'épuisement des fouilles. On a pu se rendre compte de cette difficulté lorsqu'on a voulu fonder, sur le flanc du bassin, le puits de la nouvelle installation des pompes. Les eaux ont afflué en telle abondance, qu'on a dû arrêter l'épuisement, sous peine de compromettre la solidité du bassin.

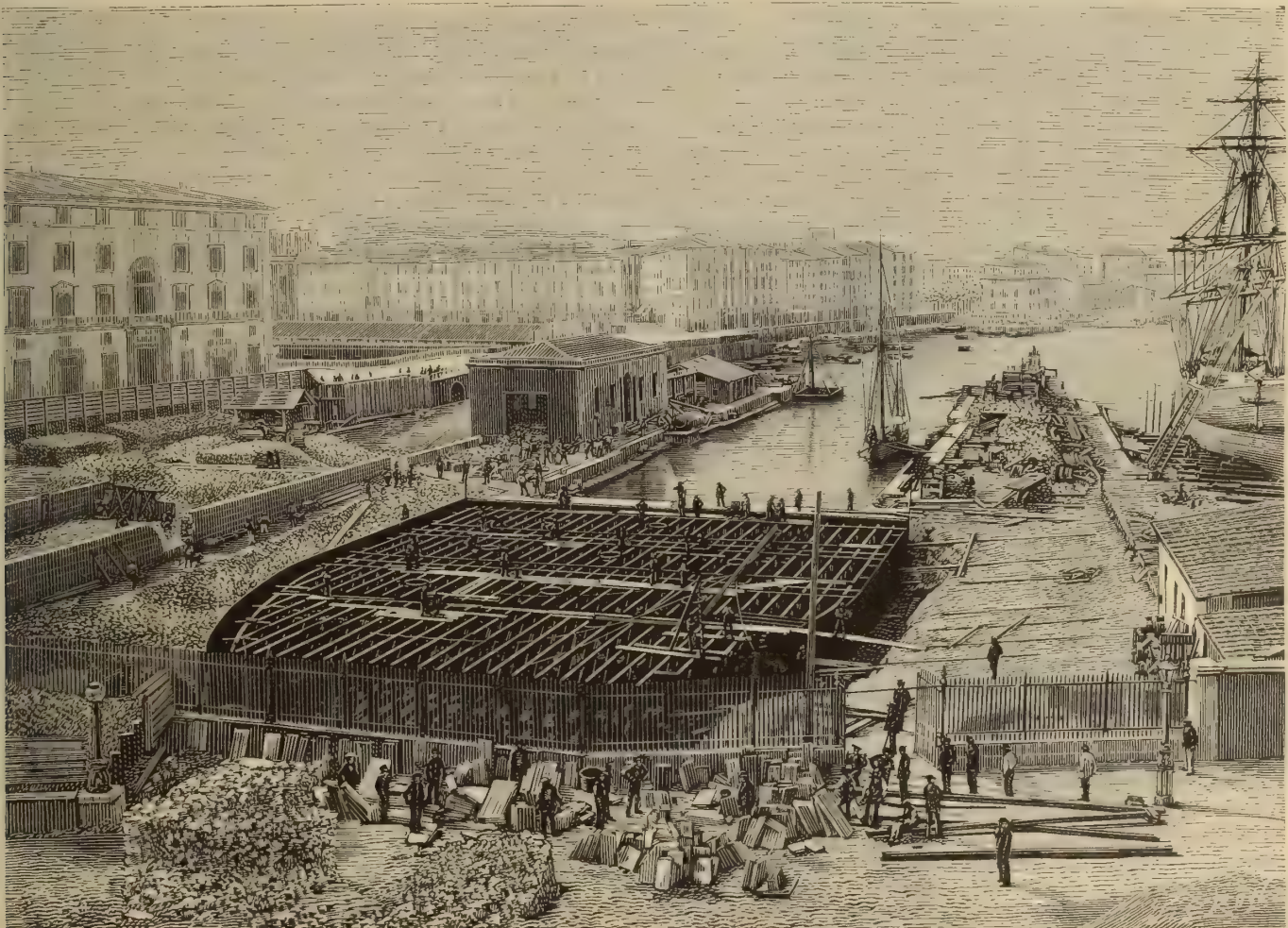


Fig. 1. — Prolongement du bassin de radoub de Livourne. — Montage du grand carsson. — Vue générale du chantier.

Longueur de la forme, du seuil au sommet de l'hémicycle, au niveau du radier.	108 ^m 60
Longueur de la forme au niveau moyen de la mer.	113 ^m 75
Largeur au niveau du radier.	11 ^m 48
Largeur au plan d'eau.	22 ^m 30
Hauteur d'eau sur le seuil.	7 ^m »

Mais, depuis cette époque, la navigation à vapeur a pris une extension si considérable et les chantiers de construction navale établis à Livourne se sont tellement développés, que ce bassin primitif est devenu insuffisant et que l'Administration s'est décidée à le prolonger de 30 mètres (fig. 1 et 2, pl. XXXI).

Il n'était donc pas possible de recourir au système de fondation employé lors de la construction. L'Administration chargea MM. Zschokke et Terrier d'étudier un nouveau procédé d'exécution. Le projet présenté par ces Ingénieurs fut approuvé par le Conseil supérieur des Travaux publics, et l'exécution leur en fut confiée par marché en date du 1^{er} mars 1887.

L'ensemble des travaux à exécuter comportait trois parties principales :

- 1^o L'allongement proprement dit du bassin ;
- 2^o Le déplacement et la reconstruction du bâtiment des pompes ;

3° Le fonçage du puits et son raccord avec le bassin.

Nous examinerons succinctement les procédés employés pour la solution de ces trois problèmes.

Prolongement du bassin. — On a construit d'abord, en travers de l'ancien bassin, à la jonction de la partie à conserver et de l'hémicycle à démolir, un mur provisoire, capable de résister à la pression d'eau du bassin rempli (fig. 4 et 6, pl. XXXI). On a pu, alors, démolir à sec le revêtement en pierre de taille du radier et des bajoyers de l'hémicycle, et une partie de la maçonnerie de blocage et du béton sous les revêtements. Cette démolition a été poussée aussi loin que la crainte des éboulements a permis de le faire, puis on a remblayé la fouille jusqu'à la cote (— 2 mètres) pour constituer le terre-plein de montage du grand caisson.

Le prolongement du bassin a été fondé au moyen de l'air comprimé sur un grand caisson unique, composé d'une partie rectangulaire et d'une partie parabolique correspondant au nouvel hémicycle (fig. 3, 4 et 5, pl. XXXI). La longueur de ce caisson est de 45^m 158, sa largeur de 30^m 80 ; sa surface totale est de 1 183 mètres carrés.

La chambre de travail était divisée en cinq compartiments au moyen de quatre grandes poutres transversales équidistantes, armées d'un tranchant placé au même niveau que celui des parois. Ces poutres à claire voie étaient maintenues et renforcées par des contrefiches symétriques présentant la forme de deux consoles adossées.

De cette façon, le poids du caisson et de la maçonnerie supérieure a pu être réparti sur le terrain d'une manière beaucoup plus favorable que si les lignes d'appui n'avaient été constituées que par les tranchants des parois. Cela a permis également de composer le plafond avec des poutres longitudinales de 1 mètre de hauteur et de 9 mètres seulement de portée, au lieu d'être obligé d'employer des poutres transversales dont la portée aurait dépassé 30 mètres.

On pouvait d'ailleurs communiquer d'un compartiment à l'autre au moyen d'ouvertures spéciales ménagées dans les grandes poutres intermédiaires.

Les constructeurs se sont préoccupés d'assurer une liaison parfaite entre le massif supérieur qui constitue le radier proprement dit et les maçonneries de remplissage de la chambre de travail.

Un plafond ordinaire en tôle aurait établi une séparation permanente entre ces maçonneries, et il aurait favorisé, avec le temps, des voies d'eau que la nature de l'ouvrage commandait d'éviter. On l'a remplacé par des voûtes en maçonnerie de briques reposant sur les poutres. Ces voûtes, revêtues d'un enduit de ciment, sont aussi imperméables à l'air comprimé qu'un plafond en tôle, et, après le remplissage de la chambre de travail, leur intrados est en contact direct avec le béton de remplissage.

Neuf écluses, dont quatre à matériaux, ont permis d'exécuter le fonçage du caisson et l'extraction des déblais. Ce fonçage a été rendu difficile par la rencontre de la partie non enlevée de la maçonnerie de l'ancien hémicycle, ainsi que des fondations d'une ancienne forteresse. Il a fallu les faire sauter à la mine, dans le caisson même. Au bout de 113 jours, le tranchant était descendu à son niveau définitif de (— 13 mètres).

Pendant que le fonçage se poursuivait, on exécutait la maçonnerie du radier au-dessus du plafond, en l'arrêtant à deux mètres environ de la paroi plane du caisson qui faisait face à la partie conservée de l'ancien bassin. Au-dessus de ce radier, on élevait un second mur transversal provisoire, parallèle à celui qu'on avait élevé précédemment, et capable, comme lui, de supporter la pression d'eau du bassin rempli (fig. 6, pl. XXXI). On élevait, en même temps, sur le reste du périmètre, la maçonnerie brute des bajoyers du prolongement, et on remplissait le vide intérieur avec les déblais provenant du fonçage, afin d'avoir une charge suffisante pour vaincre la sous-pression et le frottement.

Entre la paroi plane du caisson et le mur transversal en retraite, se trouvait une petite bande de radier, sur laquelle on a élevé une maçonnerie provisoire en pierres sèches destinée également à lester cette partie du caisson.

Quand le caisson est arrivé à fond, on a rempli la chambre de travail, opération qui a duré dix-sept jours ; puis on a enlevé la charge provisoire posée sur le radier, démonté les cheminées, rempli leurs puits de béton et exécuté le revêtement du radier et des bajoyers.

Il ne restait donc plus, pour terminer le travail, qu'à raccorder les anciennes et les nouvelles maçonneries, entre les deux murs transversaux provisoires qu'on avait élevés et qui laissaient entre eux un intervalle d'environ 5 mètres (fig. 6, pl. XXXI).

A cet effet, on a disposé sur ces murs deux files de rails qui ont servi de chemins de roulement à un treuil roulant. Un caisson-cloche, de 7^m 50 de longueur sur 1^m 80 de largeur, était suspendu à ce chariot par six chaînes aboutissant à six vérins. On a pu ainsi extraire les terres et les maçonneries qui se trouvaient entre les deux murs, et arriver au plan supérieur des poutres du plafond, c'est-à-dire à 2^m 50 en contrebas du radier.

Par des déplacements successifs du caisson, on a pu raccorder les

deux radiers, en remplissant l'intervalle libre de béton posé à sec par petites couches.

Pour compléter l'enceinte dont le béton occupait le fond et dont les grands côtés étaient formés par les deux murs provisoires, on a battu des palplanches sur les petits côtés, c'est-à-dire sur les alignements extérieurs des bajoyers. On a ensuite épuisé, au moyen de pompes, cette enceinte, à l'intérieur de laquelle on a pu alors raccorder à sec les maçonneries des bajoyers. On n'a plus eu alors qu'à démolir les deux murs provisoires et à compléter le revêtement du radier.

Fondation du bâtiment des pompes sur caissons en béton. — Le travail de prolongement du bassin avait été précédé du fonçage d'un nouveau puits et de l'édification d'un bâtiment nouveau destiné à recevoir les anciennes pompes d'épuisement.

Ce bâtiment devait primitivement être fondé partie sur pilotis, partie à l'air comprimé. Pour éviter les inégalités de tassement que ce mode de construction aurait pu entraîner, MM. Zschokke et Terrier ont proposé de fonder entièrement le bâtiment à l'air comprimé, au moyen d'une disposition spéciale, qui leur a permis d'exécuter ce travail à un prix ne dépassant guère celui des fondations sur pilotis.

Les quatre piliers qu'il s'agissait d'édifier, et dont l'un avait 3 mètres sur 3 mètres, le second 6 mètres sur 3 mètres, et les deux autres 9^m 88 sur 3 mètres, ont été construits en béton sur des chambres de travail également en béton dont les parois n'avaient que 0^m 35 d'épaisseur à la base. Ces parois étaient armées d'un sabot ou rouet en fer à la partie inférieure.

Des boulons noyés dans le béton serraient contre les parois extérieures de la chambre des fers plats rivés de distance en distance au rouet (fig. 7, pl. XXXI).

Cette armature était destinée à empêcher le déplacement du rouet si le caisson venait à rencontrer un obstacle. Elle était consolidée par des boulons d'ancrage qui rattachaient le rouet à la partie supérieure du bloc.

La chambre de travail en béton a donné les meilleurs résultats au point de vue de l'étanchéité. Cette disposition a permis de ne laisser dans la fondation qu'une très petite quantité de fer.

Fonçage du puits des pompes et raccordement avec le bassin. — Le fonçage du puits des pompes est le premier travail exécuté par l'entreprise avant le prolongement du bassin.

Ce travail, qu'on avait, ainsi qu'on l'a vu plus haut, vainement essayé d'entreprendre à l'aide des anciens procédés, a été exécuté à l'air comprimé. Le caisson a 12^m 95 de longueur sur 9^m 44 de largeur.

Comme dans le grand caisson du bassin, le plafond en tôle a été remplacé par un plafond en maçonnerie de briques.

Ce caisson a été fondé à plus de 1 mètre de distance du parement extérieur de l'ancien bajoyer, en vue d'éviter le massif de fondation du bassin, qui fait une saillie de 0^m 95 en dehors de ce parement (fig. 8, pl. XXXI).

Le fonçage terminé à la cote (— 13^m 48), il a fallu établir, à 8 mètres sous l'eau, un raccordement étanche entre le puits et l'ancien bassin. On a procédé de la manière suivante :

Le puits, au-dessus du caisson, avait trois de ses parois en maçonnerie ; la quatrième, faisant face au bassin, était en tôle.

Au moyen de pieux et de palplanches, on a fermé d'abord les deux extrémités de l'intervalle compris entre cette paroi et le bajoyer ; on a déblayé la petite enceinte ainsi formée et on l'a remplie de béton. On a ouvert alors, au moyen de l'air comprimé, la communication entre le puits et le bassin. A cet effet, on a fermé l'orifice du puits par un plafond métallique avec cadre en caoutchouc pour assurer l'étanchéité du joint ; on l'a surmonté d'une écluse, et, après avoir chargé le plafond du poids nécessaire pour résister à la sous-pression, on a introduit l'air comprimé dans le puits.

On a pu alors pratiquer une coupure dans la tôle de la quatrième paroi et construire sur l'alignement de celle-ci une maçonnerie de briques et mortier de ciment, faisant corps, d'une part, avec l'ancien radier, et, d'autre part, avec le béton qu'on avait coulé précédemment. Il ne restait plus qu'à percer une galerie de communication à travers le bajoyer de l'ancien bassin et à la revêtir d'une maçonnerie de briques (fig. 8, pl. XXXI).

HENRI MAMY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

MINES

OURO PRETO ET LES MINES D'OR (BRÉSIL)

(Suite.)

2° TRAVAUX SUR LES BORDS DES RIVIÈRES (*Serviço dos taboleiros*). — Les anciens mineurs donnaient, comme nous le savons, le nom de taboleiros aux dépôts d'alluvions occupant les bords des rivières à un niveau un peu supérieur à celui qui forme leur lit actuel.

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XVI, n° 13, p. 285, n° 14, p. 303, et n° 15, p. 325.

Ces dépôts ayant la même origine que ceux des rivières, il était tout naturel que, lorsque ces derniers commencèrent à être épuisés, les mineurs fussent attirés vers eux et y recherchaient le métal qu'ils avaient tant de peine à recueillir ailleurs, d'autant plus que leur exploitation était relativement plus facile que celle des rivières, dont il fallait détourner le cours pour en extraire le cascalho : il suffisait, en effet, pour cela, de retirer le manteau de terre et la couche de graviers qui recouvraient le cascalho vierge formé de cailloux plus gros.

Méthode des Cattas. — La manière primitive de traiter ces couches d'alluvions était celle des cattas⁽¹⁾.

Une catta était un trou rond, que l'on creusait en lui donnant la forme d'un entonnoir, dont la surface présentait une pente suffisante pour éviter tout éboulement à l'intérieur, et dont l'ouverture allait en s'élargissant à mesure que l'on s'enfonçait plus profondément, afin de maintenir constamment la même inclinaison des talus.

Le mineur commençait d'abord par faire une petite catta, en enlevant la couche de terre et de graviers, de manière à mettre à découvert un point du dépôt de cascalho vierge, dont il prélevait une certaine quantité dans une carombé pour en faire l'essai à la batée. La petite pincée d'or qui restait au fond de la batée, après lavage, s'appelait *pinta*. Il jugeait de la valeur du cascalho d'après celle de l'essai : au-dessous de 5 réis, il la considérait comme *pinta* pauvre, au-dessus de 1 *vintem*⁽²⁾ comme *pinta* riche.

Si, après plusieurs essais faits en prenant un peu de cascalho à diverses places, la batée ne donnait pas une *pinta* de quelque valeur, la catta était abandonnée, et l'on allait recommencer en un autre point ; si, au contraire, elle montrait une bonne *pinta*, on en poursuivait l'exploitation, principalement du côté qui promettait le plus⁽³⁾.

Pour cela, les esclaves élargissaient le trou, afin d'embrasser la plus grande étendue du dépôt, et taillaient de nombreux sentiers sur les talus intérieurs pour la circulation des porteurs, qui remontaient constamment, leur carombé chargée sur la tête. La terre recouvrant les alluvions était rejetée sur les bords de l'excavation, les graviers et le cascalho transportés aux bassins de dépôt ; on continuait ainsi à s'enfoncer de plus en plus en creusant et en emportant les débris au dehors, jusqu'à ce qu'on eût atteint la *piçarra* ou la roche dure formant la base des dépôts d'alluvions.

On peut se faire une idée de l'importance de ces travaux et du volume de terres enlevées pour exhumier le cascalho, en sachant que nombre de ces excavations atteignaient 10 et même 15 mètres de profondeur. A Diamantina, où les couches d'alluvions avaient une épaisseur variable de 2 à 6 mètres, les cattas présentaient l'aspect de véritables cratères, à l'extérieur desquels on voyait s'agiter des centaines de nègres.

L'inconvénient grave de cette méthode était qu'on ne pouvait l'appliquer que pendant la saison sèche, car les pluies noyaient les travaux, et les éboulements qui s'ensuivaient fermaient le trou. Il fallait donc se hâter d'extraire le cascalho avant l'approche de la mauvaise saison. Pendant la bonne, on n'en avait pas moins à lutter contre les eaux dues aux infiltrations : quand la quantité était faible, on l'épuisait avec des carombés que les nègres transportaient sur la tête, comme ils le faisaient pour la terre, moyen simple mais bien lent et incommodé ; lorsque l'eau était abondante, ils avaient recours à leurs chapelets hydrauliques, et, quand cette dernière ressource était insuffisante, impuissants dans la lutte, ils étaient obligés d'abandonner leurs travaux.

Méthode des canaux parallèles. — En présence des difficultés qu'ils rencontraient à chaque pas et qui renaissaient sans cesse dans ces travaux, ils imaginèrent de se faire un auxiliaire de l'eau au lieu de chercher à s'en débarrasser ; mais, pour cela, il fallait que la rivière eût un cours assez rapide pour leur fournir le courant nécessaire. En ce cas, le procédé consistait à creuser un canal de 0^m25 de profondeur environ sur une largeur de 2 mètres, dans lequel ils faisaient couler l'eau de la rivière, recoupée par un barrage, en quantité et avec la vitesse convenable pour entraîner les sables et les cailloux continuellement remués pas les esclaves. Ceux-ci, placés à intervalles de 3 à 4 pas dans l'eau, qui leur venait au-dessus de la cheville, remuaient constamment le fond avec l'almocafre, sur toute la largeur du canal, en remontant le courant. Ils enfonçaient leur outil dans le sable et le relevaient lentement sous l'eau, en lui imprimant de légères secousses, afin de faciliter la chute des parties plus lourdes, parmi lesquelles se trouvait l'or, tandis que les débris plus légers étaient emportés par le courant ; il leur fallait pour cela une certaine dextérité, pas de mouvements trop brusques, sous peine de laisser entraîner une partie de l'or. Les cailloux un peu gros qui résistaient au courant, étaient recueillis à la main et rejetés hors du canal. Après une heure d'un semblable travail, on interrompait la venue d'eau, et

la masse de sables lourds, qui formait une couche de plusieurs centimètres d'épaisseur sur le fond du canal, était recueillie et portée aux dépôts de lavage. Une fois la couche retirée, on lâchait l'eau de nouveau et l'on recommençait la même opération, que l'on répétait jusqu'à ce qu'on eût atteint la roche du fond. Lorsque le fond du canal avait été complètement retourné et épuisé du cascalho qu'il contenait, on en ouvrait à côté un autre que l'on travaillait exactement de la même manière, et le gisement n'était abandonné qu'après avoir été remué sur toute son extension.

C'est ainsi que furent exploités les *taboleiros* de Marianna, près d'Ouro Preto, où de nombreux canaux d'une profondeur de 2 à 4 mètres les faisaient ressembler de loin à un vaste champ recoupé de profonds sillons.

Cependant ces travaux se trouvaient le plus souvent interrompus pendant la saison des pluies : les eaux torrentielles emportaient tout, même le barrage, et les bords du canal s'éboulaient, recouvrant à nouveau le dépôt aurifère.

3^e TRAVAUX AUX FLANCS DES MONTAGNES. (*Serviço das gupiaras.*) — Les dépôts d'alluvions aurifères situés au-dessus des fonds des vallées et adossés aux flancs des montagnes, qui étaient désignés sous le nom de *gupiaras*, étaient traités autrement que les gisements précédents : les mineurs utilisaient, en effet, la différence de niveau pour faire passer des courants d'eau sur toute la masse, qui était ainsi entraînée et recueillie au bas⁽¹⁾.

Ces dépôts, formés de sables et de cailloux plus ou moins roulés, avec une couche de terre par-dessus, avaient une épaisseur variable pouvant atteindre de 1^m50 à 2^m50. Aussi, pour leur appliquer la méthode employée, véritable méthode hydraulique, il était nécessaire que ces mineurs eussent à leur disposition une grande quantité d'eau. Ils commençaient par établir, dans ce but, un long canal de niveau s'étendant dans les régions supérieures de la serra, de manière à amener les eaux au-dessus du gisement qu'ils se proposaient d'exploiter. Certains de ces canaux avaient plusieurs lieues de longueur, par suite de la nécessité d'aller capter au loin des eaux en quantité suffisante pour leurs travaux. A partir de l'extrémité de ce canal, qui débouchait directement sur le gisement, en son point culminant, les esclaves s'échelonnaient sur une ligne suivant la pente du terrain, et, munis de la cavadeira, l'enfonçaient verticalement en terre, puis, l'inclinant comme un levier, ils creusaient ainsi une rigole descendant à travers le dépôt aurifère, jusqu'au pied de la montagne ; on lâchait ensuite l'eau du canal, qui s'échappait en courant impétueux par le chemin qu'on lui avait tracé, délayant et emportant dans sa course les terres d'alluvions défoncées. Un canal plus large, à faible pente, sorte de couloir présentant une succession de barrages et adossé au bas de la montagne, dans lequel les eaux de la rigole venaient se déverser, recevait les boues précieuses charriées par elles ; celles-ci s'y déposaient peu à peu, tandis que les eaux troubles s'écoulaient dans la vallée. A mesure que les terres étaient entraînées par le courant, les esclaves élargissaient la rigole en continuant de défoncer le terrain d'un côté, fournissant ainsi un nouvel aliment aux eaux qui étaient toujours dirigées vers la partie fraîchement remuée, de manière à laver successivement toute la surface des travaux. Une fois une première couche enlevée de cette manière, on recommençait à creuser plus profondément le terrain aurifère pour prendre une nouvelle couche, et l'on répétait cette opération jusqu'à ce que l'on eût rencontré la roche vive.

On accumulait ainsi dans le couloir inférieur la terre qui recouvrait le gisement, aussi bien que les sables et les cascalhos pauvres et riches dont il était formé. Ce couloir, de 2 mètres de largeur environ, s'étendait sur une longueur dépendant de la place disponible, et était recoupé, à intervalles de 10 à 30 mètres, par de petits barrages formés de pieux retenant des broussailles et des pierres accumulées en avant. A mesure que les boues se déposaient, on élevait peu à peu la hauteur des barrages, jusqu'à ce que l'épaisseur des dépôts fût reconnue suffisante ; alors on interrompait le travail de défoncement pour faire une concentration des boues aurifères, analogue à celle pratiquée pour les *taboleiros* : les esclaves, s'échelonnant le long du couloir, dans le compartiment situé au-dessus du premier barrage, remuaient les dépôts avec l'almocafre sous un fort courant d'eau, de manière que les boues argileuses et les matières légères fussent entraînées, tandis que l'or s'enfonçait au milieu des matières lourdes. Pour faciliter le départ des parties légères, ils abaissaient le niveau du barrage, en enlevant peu à peu les broussailles et les pierres qui le formaient, et ils continuaient ainsi la concentration jusqu'à atteindre le niveau du second compartiment, où ils recommençaient la même opération, qui était répétée successivement dans les divers compartiments jusqu'au dernier. Une fois la concentration achevée, l'écoulement de l'eau était arrêté, et l'on recueillait les sables aurifères dans les carombés pour les porter aux dépôts de lavage. Le couloir ainsi débarrassé, on recommençait à nouveau l'accumulation des boues, en continuant à défoncer le terrain et à le laver par les eaux, et

(1) *Pluto Brasiliensis*, par Von ECHWEGE.

(2) Un *vintem* représentait 37,5 réis : en effet, un *vintem* était 1/32 d'oitava (384 réis ou 0^{fr}142, et l'oitava valait 4 réis 200 d'or. Vulgairement, le poids d'un *vintem* d'or éga) lant celui d'un feijão chariot noir.

(3) *História geral do Brazil*, pelo Visconde de PORTO SEGURO.

(1) *Pluto Brasiliensis*, par Von ECHWEGE.

l'on répétait ces diverses opérations jusqu'à ce que l'exploitation eût été épuisée de sa couche d'alluvions.

Quelquefois, à la suite du couloir, on ajoutait des tables à toiles pour retenir les parties plus lourdes des boues emportées par les eaux; les matières ainsi retenues étaient aussi portées aux dépôts de lavage.

Quand ces mineurs n'avaient à leur disposition qu'une quantité d'eau insuffisante, le canal d'aménée venait déboucher dans un réservoir, où elle s'accumulait, pour n'être lâchée qu'à certains intervalles, afin de balayer d'un seul coup toute la terre défoncée.

Les eaux jouaient donc un rôle important dans cette manière d'exploiter les gisements des montagnes; elles semblaient tellement nécessaires, que c'était passé en axiome, parmi ces anciens mineurs, que « sans eau de rien ne leur vaudrait une serra d'or (1). »

PAUL FERRAND,

(A suivre.)

Professeur à l'École des mines d'Ouro Preto (Brésil).

VARIÉTÉS

LES ÉTATS-UNIS A VOL D'OISEAU

(Suite 2.)

Géologie. — La constitution géologique des États-Unis est loin d'être entièrement connue. Si les régions de l'Est, quelques contrées du centre et de l'ouest ont été étudiées par des savants éminents, il reste encore de vastes espaces insuffisamment explorés et sur la valeur desquels il est difficile de se prononcer. Toutefois, dans l'ensemble, ce qui frappe surtout, est la prédominance des roches éruptives vers l'ouest, dans la portion qui correspond au massif des Montagnes Rocheuses, et qui embrasse le New-Mexico, l'Arizona, la Californie, le Colorado, l'Utah, le Nevada, l'Idaho, l'Oregon et le Washington, tandis que l'Est semble exclusivement réservé aux sédiments.

Les terrains anciens sont extrêmement développés au nord des Grands Lacs, et se retrouvent dans la zone des Alleghanys, formant une longue bande depuis New-York jusqu'à Montgomery.

Le *Laurentien* est représenté par des gneiss à orthoz avec quartzites et micaschistes, et par des calcaires blancs avec intercalation de lits de gneiss. C'est dans cet étage qu'on a cru trouver le fameux *eozyon canadense*, dont l'existence n'est pas encore prouvée. Aux environs d'Ottawa, la puissance du laurentien dépasse 1 000 mètres, et une seule assise de calcaire a plus de 500 mètres.

Des talcschistes et des roches vertes amphiboliques composent le *Huronien*, qui cède la place au *Cambrien*, dans lequel apparaissent les trilobites. A Saint-John, dans le Nouveau-Brunswick, cette formation n'a pas moins de 600 mètres, épaisseur qui atteint 1 200 mètres dans le Nevada, 1 700 mètres au Labrador, et 3 500 mètres dans le Wahsatch.

Disons que, pour les couches les plus modernes du Cambrien, il y a incertitude, et que beaucoup de géologues les rangent dans le *Silurien*, qui comprend ordinairement :

L'étage d'Helderberg, puissant de 200 mètres environ Calcaires.

- Salina, puissant de 200 à 300 mètres . . . Calcaires, argiles, gypse.
- Niagara, puissant de 200 à 1 200 mètres . . . Schistes, grès, calcaires.
- Trenton, puissant de 200 à 600 mètres . . . Schistes et calcaires.
- Canadien.

Le *Devonien* peut également se diviser assez nettement de la manière suivante :

Etage de Castkill, puissant de 1 000 à 2 000 mètres . Grès rouges.

- Chemung, puissant de 450 mètres . . . Grès et schistes.
- Hamilton, puissant de 360 mètres . . . Schistes.
- Cornifère Calcaires et grès.
- Oriskany Grès.

Vient ensuite le *Permo-carbonifère*, qui a un développement énorme et possède un intérêt tout spécial en raison de son importance industrielle.

Dans le Colorado, on le trouve en bandes allongées, orientées à peu près N.-O. S.-E., et qu'on a étudiées à la *Veta*, à *Hunt's Peak*, à *Salt-works*, etc. Il se développe au sud de *White river plateau*, le long de la vallée de *Eagle river*, et dans le nord-ouest des plissements de *Yampa river*.

Dans le Dakota, aux *Black Hills*, à une petite distance dans le sud-est de *Warren's Peak*, il flanque un massif de terrains anciens et affecte la forme d'un anneau elliptique aminci dans sa portion orientale et renflé au contraire du côté de l'ouest.

Cette formation a du reste été retrouvée dans plus de trente États ou Territoires. Elle se divise assez nettement en trois étages : le *sub-carbonifère*, les *coal measures* et le *permien*.

Du subcarbonifère, caractérisé par un fossile spécial (archimèdes), nous ne dirons rien.

Dans la Nouvelle-Écosse, le bassin houiller proprement dit comporte une assise de grès et de schistes (1 000 mètres), le coal measure (1 200 mètres), le millstone grit (1 500 à 1 800 mètres), le calcaire de Windsor avec intercalation de gypse, et la série de Horton, qui est formée de grès, d'argiles et de conglomérats.

Dans l'Illinois, sur une épaisseur de 400 mètres, on rencontre des schistes houillers, alternant avec des grès et des calcaires, d'origine marine, contenant des fossiles.

Dans la région des Alleghanys, l'horizon se prolonge depuis la Pennsylvanie jusque dans la Virginie, le Tennessee, l'Alabama. C'est là que se trouve la fameuse couche de Pittsburg, dont la puissance oscille entre 1 et 3 mètres, qui a été reconnue sur une longueur de 365 kilomètres, et dont les affleurements suivent longtemps le cours de la rivière Monongahela.

Au-dessus du coal measure, s'étend le permien, au milieu duquel se présentent des bancs de conglomérats, des calcaires et des marnes rouges. Sa puissance, qui est de 70 mètres dans la Nebraska, dépasse 250 mètres sur le versant des Montagnes Rocheuses.

Sur les flancs des Alleghanys, une bande de *trias* vient affleurer, et, malgré le peu de superficie occupée par cet étage à la surface du sol, son épaisseur a été évaluée à 1 000 mètres. Les grès rouges paraissent prédominer.

Le *jurassique* est pauvrement représenté. Cependant des marnes et des calcaires de l'étage oolithique contiennent tous les fossiles qui caractérisent la période.

La puissance du *crétacé* atteint 3 000 mètres. Sa partie supérieure (*later cretaceous*) semble être l'équivalent du *danien*, tandis que le *cenomanien*, le *turonien* et le *senonien* correspondent à l'*earlier cretaceous*, qui comprend les groupes du Dakota (grès colorés), de Benton et de Niobrara. Dans le Texas et l'Alabama, des calcaires compacts constituent l'*earlier cretaceous*.

Dans les territoires de l'Ouest, le long des Rocky Mountains, et dans le bassin du Mississippi, on retrouve le *lignitic group*, qui atteint, sur les bords du grand fleuve, une épaisseur de 1 200 mètres. Son origine paraît lacustre. Il appartient à la période *éocène*, aussi bien que les couches marines que l'on trouve sur les côtes de l'Atlantique, dénommées étage d'Alabama, et s'étendant tout le long du littoral, en arrière des dépôts contemporains.

Le *Miocène* comporte le système de *White river*, puissant de 300 mètres, occupant le Haut-Missouri ainsi que les espaces appelés mauvaises terres, et le système d'*Yorktown*, qui couvre le rivage de l'Atlantique depuis le New-Jersey jusqu'à la Virginie.

Le *pliocène* a été bien étudié aux Montagnes Rocheuses, où il présente une formation de 600 à 1 000 mètres, se subdivisant en *conglomérats du Wyoming*, *grès du Niobrara*, *grès siliceux de Humboldt*, *grès et calcaires de North Park*.

Tout cet ensemble est recoupé par des roches éruptives qui affleurent suivant l'arête continentale, ou que l'on rencontre isolément, alignées suivant une direction parallèle. Des îlots existent à *Black Mountains*, à *Elk head*, à *Buffalo Park*, tandis que de vastes épanchements s'étendent aux *Uncompahgre mountains*, aux *Cachetopa Hills* et aux *S. Juan Mountains*. C'est après la fin de la période crétacée et pendant l'ère tertiaire qu'il convient de faire remonter la formation des Rocheuses, qui comprennent une série de plissements parallèles, d'autant plus récents qu'ils sont plus voisins du Pacifique.

La naissance des Apalaches (collines de l'Est) doit être rapportée, suivant Dana, à trois dates distinctes, comprenant : l'une, le soulèvement de certaines collines cambriennes; l'autre, celui des Montagnes Vertes (fin du silurien); et enfin, la troisième, celui des Alleghanys, qui a dû se produire vers la fin de l'âge carbonifère.

Tous ces mouvements ont été suivis de dislocations qui ont donné lieu à des fissures, ultérieurement remplies, et formant d'importants filons. Dans le terrain cambrien se trouvent les fameux gîtes du cuivre des lacs, dans lesquels le métal, souvent natif, est quelquefois soudé à l'argent métallique, et presque toujours en relation avec des trapps plus ou moins amygdaloides.

Nous ne pouvons passer sous silence le *Comstock lode*, vaste fracture qui se prolonge sur une largeur de 7 kilomètres à travers les districts de Gold Hill, de Virginia et d'Ophir. La puissance du gîte, qui a atteint jusqu'à 200 et 300 mètres, tombe aujourd'hui à 20 mètres dans les parages reconnus à Gold Hill. Ce filon se trouve au contact d'une syénite et d'une andésite amphibolique. Les *bonanzas* ou parties riches sont réparties en lentilles irrégulières de roche spongieuse, tenant de l'argent rouge, de l'argent sulfuré, de l'argent natif, de la galène riche, de l'or, de la pyrite, de la blende. Une seule lentille avait 300 mètres sur 250 mètres. Ce gîte, dont la formation remonte à la fin du miocène, a donné, en cinq ans, pour 340 000 000 de francs de métaux précieux.

Le territoire de l'Union subit de nos jours une transformation qui, pour être lente, n'en est pas moins réelle. Nous ne faisons que signaler le travail géologique ordinaire, qui se produit dans le Nord Amérique aussi bien que dans les autres contrées du globe, et nous n'insisterons que sur quelques points remarquables.

Citons au premier rang les érosions du Niagara et du Colorado, qui

(1) *Historia geral do Brazil*, pelo Visconde de PORTO SEGURO.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 14, p. 301.

ont tracé dans le sol des gorges gigantesques, dont nous ne pouvons nous faire une idée au milieu de notre vieux monde. Les eaux, en suivant toujours la même route, ont enlevé grain à grain la roche sur laquelle elles roulaient sans dévier, et des tranchées énormes laissent apercevoir sur leurs flancs mis à nu les zébrures produites par les diverses formations, tantôt noires, tantôt blanches, tantôt rouges, toujours capricieusement découpées et étalant depuis des milliers d'années leurs splendeurs, que nous venons à peine de découvrir. Là, les assises terrestres se montrent par leur tranche, comme en une coupe géologique, œuvre merveilleuse de la nature dont un fleuve fut l'instrument.

A côté de ces cañons, mentionnons les bizarreries du jardin des Dieux, les aiguilles du Colorado. Le sol, parfois recouvert de dalles apportées par une action antérieure, s'est laissé entamer par les pluies partout où il n'était pas recouvert par une roche étrangère. Ces blocs, protégeant le terrain qu'ils recouvraient, l'ont empêché de s'émietter sous l'action des eaux, tandis qu'à une petite distance, la formation s'en allait en débris détritiques et que le niveau de la vallée subissait un abaissement progressif. Il en est résulté de longues aiguilles surmontées par des tables ou des blocs qui, soutenus à de grandes hauteurs, produisent un effet des plus pittoresques.

Après les influences destructives, les influences créatrices, dépôts de l'Océan, alluvions du Mississippi, dont les eaux chargées de limon apportent chaque jour des atterrissements considérables dans le golfe du Mexique. La profondeur dans ces parages ne dépasse pas 30 mètres; la marée, très faible, n'atteint que 30 à 40 centimètres. Le fleuve tient en suspension $\frac{1}{1670}$ de limon et jette annuellement dans la mer 28 000 000 de mètres cubes de matières détritiques charriées dans son lit et arrachées au sol de son bassin. Le delta est long de 320 kilomètres et la surface alluvionnelle a plus de 32 000 kilomètres carrés. Dans la passe du Sud-Ouest, la plus importante, la barre se déplace de 80 à 100 mètres chaque année.

Une des curiosités du delta est l'apparition des *mud-lumps*, sortes d'îles flottantes et boueuses, dont l'origine est assez mal expliquée. Certains explorateurs ont voulu y voir des fragments arrachés au sol alluvionnaire sous l'influence de dégagements gazeux dus à des fermentations organiques. Cette hypothèse n'est guère admissible, car leur composition diffère de celle des apports du fleuve. On a pensé aussi que des infiltrations atteignaient des couches argileuses sous-jacentes et y produisaient un gonflement qui déterminait la séparation de blocs intérieurement boursoufflés, montant à la surface par suite de leur accroissement de volume. Quoi qu'on ait dit, ce phénomène n'a pas encore reçu d'explication satisfaisante.

L'activité souterraine exerce aux États-Unis une action assez marquée. C'est ainsi que des tremblements de terre ébranlent fréquemment certaines régions, et San Francisco a souvent eu à souffrir de violentes secousses séismiques.

A *Yellowstone national park*, M. Hayden a étudié les geysers et constaté le régime volcanique du pays. Là, à une altitude de 2 000 à 2 500 mètres, plus de dix mille sources thermales viennent au jour, tantôt tranquilles ou bouillantes, tantôt jaillissantes et intermittentes. Leur température élevée (70° à 94° C), les dépôts calcaires qu'elles produisent rapidement (Liberty Cap), montrent que l'action des forces souterraines est prépondérante dans ces parages.

Les phénomènes plutoniens exercent d'ailleurs une action plus générale, qui se traduit par des oscillations du sol, mouvements qui ne sont point localisés aux États-Unis et auxquels participe l'ensemble de notre globe. Le Texas, la Floride, le Labrador, Terre-Neuve ont un mouvement ascensionnel, nettement déterminé sur plusieurs points, tandis que des dépressions se produisent dans la Géorgie, la Caroline, le New-York, le New-Jersey, le Massachusetts, etc. A une petite distance des côtes, des forêts submergées prouvent que les eaux ont envahi des portions de continent, et c'est une tradition parmi les populations riveraines, que les ancêtres pouvaient traverser à pied sec le détroit de Hell-Gate.

Sur cette immense surface, les forces naturelles sont partout en jeu, et la terre, là comme ailleurs, va toujours se modifiant, changeant continuellement de face, et prouvant que le repos absolu n'existe pas.

Plantes et animaux. — Les États-Unis ont leur flore et leur faune, qui se composent soit d'espèces particulières, soit d'espèces communes avec d'autres pays. La région de l'Est principalement donnerait une idée assez fautive de la production primitive du sol, si l'on s'imaginait qu'il a toujours nourri les organismes qu'on y rencontre. L'homme a exercé une large influence sur la nature et bien des importations ont été faites, qui ont largement prospéré, au plus grand profit ou à la plus grande commodité des habitants.

Flore. — Lorsque Giesebach, après avoir étudié la répartition des végétaux à la surface du globe, divisait notre planète en vingt-quatre régions, il en consacrait trois aux États-Unis : celle des forêts du Nord, celle des prairies de l'Ouest et celle du littoral californien. Cette classification a le tort d'être trop absolue et de se baser sur un nombre restreint de caractères.

Il est certain que la végétation des provinces du Sud-Est, où se

récolte le coton, n'a pas les mêmes caractères que celle de l'Arizona ou du Maine, que les plaines du Texas fournissent d'autres produits que celles qui avoisinent les Grands Lacs, et que la culture aux environs de San Diego diffère profondément de celle que pratiquent les Mormons.

La latitude, l'altitude, la nature du sol et son relief sont autant de facteurs dont il faudrait tenir compte ; si l'on voulait diviser le territoire de l'Union en régions végétales, on devrait les multiplier à l'infini. En écartant les plantes importées, on trouve parmi celles qui ont vécu dans le Nord Amérique quelques genres qui ne se rencontrent pas ailleurs et qui appartiennent aux *podophyllées*, aux *hypocastanées*, aux *hydrphyllées*, etc.

C'est en Californie que s'est développé le *Wellingtonia* ou *Sequoia gigantea*, baptisé souvent du nom de *mammothtree* ou *bigtree*, une des curiosités du Nouveau Monde. Lorsque, de San Francisco, on fait l'excursion de Yosemite Valley, on va voir ces arbres énormes qui atteignent 25 à 30 mètres de circonférence et dont la hauteur se compte par centaines de pieds ; quant à leur âge, il peut être évalué à trois ou quatre mille ans.

Dans le Nord-Ouest, au milieu des vastes forêts de l'Oregon, il n'est pas rare de rencontrer des pins atteignant des dimensions colossales, et certains voyageurs en ont observé dont la taille dépassait 100 mètres. Ces arbres géants et la végétation de la zone des forêts forment un contraste frappant avec la prairie qui se déroule pendant des milliers de kilomètres, à peine ondulée, couverte d'une herbe rare, sillonnée de fissures dues au travail d'érosion des eaux et attendant des cultures nouvelles.

Parmi les végétaux américains, citons le *coton*, le *maïs* et la *pomme de terre*, qui nous ont été apportés du Nouveau Monde il y a déjà bien des années.

La chaleur n'ayant rien d'excessif, excepté dans certaines portions des contrées méridionales, les importations européennes ont généralement réussi et les premiers colons ont pu naturaliser sur une terre nouvelle bien des végétaux qui leur étaient commodes, agréables ou utiles. La Californie particulièrement, sur laquelle l'attention a été appelée par les richesses du sous-sol, est devenue une contrée agricole. Sur une terre excellente, permettant souvent deux récoltes par an, un peuple industrieux travaille, sait mettre en œuvre les ressources de la terre et au besoin y ajouter. C'est ainsi que la vigne a été plantée et a parfaitement réussi.

Sur la côte du Pacifique, on peut étudier d'une façon presque complète la flore de l'Union : cela tient au climat en même temps qu'à la nature du sol et, en se reportant à ce qui a été dit plus haut, on ne trouvera pas extraordinaire la richesse d'un État qui se relie, au Nord, avec les forêts de l'Oregon, pour participer, au Sud, à la végétation tropicale.

Faune. — Les observations présentées au sujet des plantes peuvent se faire à l'égard des animaux ; des espèces nouvelles sont venues s'ajouter aux espèces indigènes, et il convient de les écarter pour retrouver le caractère propre de la faune américaine. Toutefois il se passe ici un fait dont il n'y avait pas lieu de se préoccuper à propos des végétaux. Nous voulons parler de la guerre d'extermination faite à certaines races, guerre qui en entraînera la prochaine disparition. Bientôt, pour reconstituer la physionomie primitive de la vie, il ne suffira plus de faire une sélection parmi les éléments existants, mais il faudra de plus procéder à une évocation du passé.

Les oiseaux qui vivent aux États-Unis sont loin d'avoir la parure étincelante de ceux qui habitent l'Amérique centrale ou méridionale, et ce n'est guère qu'en descendant vers le Sud qu'on trouve des types analogues à ceux du Mexique.

Nous citerons rapidement quelques individus caractéristiques : d'abord le *martin-pêcheur*, dont il n'existe qu'une seule espèce malgré le développement du régime hydrographique ; l'*oiseau moqueur*, beaucoup moins ironique que ne le rapporte la légende ; un *corbeau* spécial dont le croisement est extrêmement intense et dont la taille dépasse notablement celle de ses congénères d'Europe ; puis des *fauvettes*, des *gobe-mouches*, des *becs-fins* dont on compte plus de soixante-dix espèces... On remarque encore toute une tribu de *picucules* (grimpereaux), composée de seize espèces et qui semble être spéciale à l'Amérique du Nord.

Les *échassiers*, les *palmipèdes* sont assez nombreux et voyagent beaucoup, émigrant vers le Nord au moment de la belle saison et venant hiverner en Californie.

Un grand nombre d'espèces sont comestibles. La chasse est un sport, mais le gibier diffère un peu du nôtre. La perdrix cède le pas au *colin* dont il existe plusieurs variétés ; la *caille* n'est pas toujours identique à la nôtre ; on rencontre fréquemment des *poules de prairie*, des *dindons* sauvages au plumage mordoré, etc., etc.

Les *pigeons* sont représentés par huit espèces ; leur nombre est considérable. Le naturaliste Audubon assista un jour, sur les bords de l'Ohio, à une migration de ces volatiles ; en vingt minutes il compta 163 colonnes et évalua a passée à 2 milliards d'individus.

Les fauves, dont le nombre a bien diminué, sont encore assez nom-

breux : ours, loup, canis felis, meles, mustela, enhydris, couguar, ocelot, taira, coati, lynx, renard tricolore (hit-fox), etc. Deux méritent une mention spéciale : le raton laveur et l'ours gris, le premier à cause de la singulière habitude qu'il a de ne rien manger sans le tremper dans l'eau, et le second à cause de sa férocité. Le grizzly, en raison de sa force et de ses instincts, est certainement le plus terrible ennemi que l'on puisse rencontrer; aussi la griffe d'ours gris est-elle un trophée envié chez les Peaux-Rouges.

Parmi les rongeurs on rencontre fréquemment l'écureuil, la marmotte, la gerboise, l'opossum ou sarigue de Virginie dont la fourrure est fort recherchée... Quant au castor, il recule tous les jours devant la civilisation et disparaît peu à peu par suite de la chasse dont il est l'objet; aujourd'hui ses colonies sont moins nombreuses, bien qu'elles existent éparpillées entre l'Hudson et l'Orégon, et le temps est loin où l'on en rencontrait à chaque pas.

Après les villages lacustres du castor, il est curieux de voir les habitations des chiens de prairie (*arctonys*) qui portent le nom de *dog-towns*. Ces animaux édifient dans la plaine de véritables huttes où ils se réfugient en cas d'alerte, peu craintifs du reste, puisqu'ils viennent s'installer à proximité du chemin de fer et regardent paisiblement passer le train.

Les rongeurs sont encore représentés par un lapin spécial (*cotton tail*) et par dix-sept espèces de lièvres, parmi lesquelles le lièvre sifflleur.

Quant au bison, il n'existera bientôt plus qu'à l'état de souvenir : les chasseurs lui font une guerre acharnée et le nombre en est aujourd'hui fort diminué. Les immenses troupeaux qui vaguaient au milieu de la prairie sont dispersés et remplacés par de paisibles bœufs élevés et soignés dans un but alimentaire.

Peu à peu les races caractéristiques disparaissent, soit qu'on détruise les individus par cupidité comme pour le castor, soit qu'on veuille réellement anéantir l'espèce comme pour l'ours gris. L'homme protège les animaux qui lui sont utiles au détriment des autres, et ceux-ci, lentement peut-être, mais sûrement, finiront par disparaître. Une fois plus il y aura eu sélection.

(A suivre.)

G. MOREAU,
Ingénieur des Mines,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

REVUE DES ORGANES TECHNIQUES ALLEMANDS

Renforcement de la voie sur les lignes de grand trafic en Allemagne et en Autriche. — Les lecteurs du *Génie Civil* ont été tenus au courant des préoccupations que cause aux administrations de chemins de fer l'augmentation de vitesse des trains de voyageurs et de la charge par essieu, qui en est, dans une certaine mesure, la conséquence. La voie peut être rendue plus stable et plus résistante, soit par une augmentation du profil du rail, soit par un rapprochement des traverses, dont on peut aussi accroître les dimensions.

C'est la première solution qui a été, comme on sait, adoptée en Belgique par l'emploi du rail Goliath, et c'est elle aussi qui paraît avoir la préférence de nos Compagnies de chemins de fer françaises. Il en est de même en Autriche, où des pourparlers ont lieu en ce moment entre les Ingénieurs de la voie et les usines, pour arrêter un profil de rail de 42 kilogr., dont la substitution au profil actuel de 38 kilogr. serait imposée sur toutes les lignes affectées à un trafic international de voyageurs. En Allemagne, au contraire, c'est par une augmentation du nombre des traverses qu'on compte obtenir une amélioration. On a reconnu, en effet, que leur écartement, sur les lignes où circulent des trains express, est de 0^m 90, tandis qu'il n'est en Angleterre que de 0^m 60. On croit donc obtenir un résultat satisfaisant en adoptant le chiffre de 0^m 70, qui permettra de se rapprocher du système de pose anglaise, avec cette différence, toutefois, qu'en Allemagne le rail Vignole est universellement employé, tandis qu'en Angleterre le rail à double champignon avec coussinet en fonte intervient en outre pour donner à la voie la stabilité résultant de ce mode d'attache du rail à la traverse.

Nouvelles commandes de matériel roulant par les chemins de fer de l'État prussien. — Nous avons eu l'occasion de signaler les crédits considérables accordés par le Parlement allemand à l'administration des chemins de fer de l'État en vue de commandes de matériel. C'est à ces commandes qu'il faut en partie attribuer l'augmentation de prix des produits métallurgiques dont nos usines françaises bénéficient aussi en ce moment.

Il semble toutefois que les acquisitions faites en 1889 n'ont pas suffi pour doter les chemins de fer allemands du puissant outillage dont ils veulent disposer. Nous trouvons, en effet, dans le n° 80 du *Journal du Verein* l'annonce d'une nouvelle commande de 400 locomotives, dont 153 ont été attribuées à la fabrique de Henschel et fils, à Cassel. Des commandes très importantes de wagons ont été faites également à tous les ateliers de construction, qui se trouvent, par suite de ces travaux, en pleine prospérité.

Emploi du téléphone dans le service des chemins de fer. — Le développement qu'a pris dans ces dernières années l'emploi du téléphone devait amener les chemins de fer allemands et autrichiens à en faire un usage de plus en plus étendu. Outre les communications de gare à gare, qui ont été introduites très avantageusement, surtout sur les lignes à faible trafic, on a jugé utile de relier la gare des marchandises à la station centrale téléphonique dans toutes les villes où un service public de téléphone est installé. La clientèle commerciale use largement de cette facilité nouvelle pour des commandes de wagons et des demandes de renseignements, tandis que le chemin de fer s'en sert à son tour pour aviser les destinataires de l'arrivée de leurs marchandises. On comprend que ces communications verbales, qui constituent dans bien des cas un engagement réciproque, doivent être soumises à une réglementation, et on trouvera dans le n° 80 du *Journal du Verein* le texte d'un règlement de ce genre adopté par une Compagnie autrichienne avec les divers formulaires que nécessite son emploi.

Le nouveau Museum d'histoire naturelle de Berlin. — Les collections d'histoire naturelle que possède la ville de Berlin étaient dans ces dernières années logées tant bien que mal dans des locaux très insuffisants. On sait qu'il en était de même à Vienne et à Paris, et que dans ces deux capitales des constructions nouvelles et fort importantes ont remédié à cet inconvénient.

A Berlin on a pu, en réunissant sous un même toit le Museum, l'Ecole supérieure d'Agriculture et l'Académie des Mines, grouper des collections qui, chez nous, resteraient forcément disséminées.

L'édifice affecté à ces divers emplois comprend trois étages et un sous-sol élevé. Un pavillon large de 64 mètres et profond de 50 mètres fait saillie sur la façade principale, longue de 139 mètres. Celle-ci se continue à son tour par quatre corps de bâtiments perpendiculaires à son axe. Cette disposition, plus fréquemment employée dans les casernes et les hôpitaux que pour des musées, est peu favorable à l'aspect monumental de la construction, mais a l'avantage de multiplier les façades en pleine lumière. Le n° 50 du *Journal central de la Construction*, auquel est empruntée cette description sommaire, donne des détails intéressants sur la manière dont les collections zoologiques, minéralogiques et autres ont été disposées de manière à rendre facile l'étude des diverses pièces et échantillons. Le sous-sol a été spécialement consacré à l'installation d'écuries, de cages et d'aquariums pour les animaux vivants, et d'ateliers pour la préparation des animaux empaillés, des squelettes et autres pièces anatomiques qui doivent figurer dans les collections.

La dépense totale de construction s'est élevée à 3 200 000 marks, et les installations intérieures n'ont pas coûté moins de 970 000 marks.

Roulement des hauts fourneaux de Westphalie pendant la grève du printemps dernier. — La grève des mineurs du bassin de la Ruhr ayant, au printemps dernier, causé un trouble sérieux dans la marche des nombreux hauts fourneaux de cette région, l'Association des maîtres de forges allemands a jugé utile de faire une enquête auprès de toutes les usines à fonte de la Westphalie, de la Prusse rhénane et du Luxembourg, afin d'établir quelles avaient été pour elles les conséquences du manque de coke, et comment elles avaient remédié aux difficultés causées par la grève. Il en résulte que la plupart des usines ont pu se tirer de ce mauvais pas, par l'achat de coques étrangers, combiné avec une diminution de production de la fonte, atteignant 50 et même 60 %. Cependant on a dû arrêter complètement la marche de 12 hauts fourneaux, en cessant d'y introduire le vent pendant un temps plus ou moins long. La remise en marche ne se fait pas, en pareil cas, sans quelques dangers, et il peut être utile de faire connaître comment on y a procédé.

La hauteur des hauts fourneaux arrêtés variait de 16 à 20 mètres. On y a introduit, suivant la hauteur, de 15 à 36 tonnes de coke avec la proportion ordinaire de castine, mais sans minerai; les charges de minerai ont alors été reprises, mais réduites d'abord de moitié, et augmentées successivement jusqu'à leur poids ordinaire. Grâce à cette précaution, le haut fourneau a pu, au bout de cinq à six jours, retrouver son allure normale, même après un arrêt qui a atteint jusqu'à trois semaines dans certains cas. Pendant l'arrêt lui-même, toutes les ouvertures de fourneau ont été maintenues bouchées avec du minerai mêlé de sable de laitier, tout en laissant à leur place les tuyères de toute sorte. On a continué à rafraîchir le creuset, mais en abaissant la température de l'eau à 60° centigrades; enfin, là où le creuset et les étalages n'étaient point revêtus d'un manteau en tôle, on a reconnu utile de les enduire fréquemment d'une bouillie claire formée d'argile ou de ciment délayé dans de l'eau. En résumé, avec des hauts fourneaux en bon état, mieux vaut procéder franchement à un arrêt conduit avec prudence, que de subir des exigences, dont les conséquences financières peuvent se faire sentir bien au delà du moment où le combustible vient à faire défaut.

G. BRESSON.

MÉTÉOROLOGIE ET MORTALITÉ DE PARIS EN 1889

A la suite d'un hiver froid et tardif, continué par un commencement de printemps au-dessous de la moyenne, l'année 1889 nous a gratifiés d'une fin de printemps et d'un été chauds. La fin de celui-ci est restée tempérée, puis, après deux semaines chaudes, l'automne nous a ramené des froids relatifs à la fin de septembre et au commencement d'octobre.

En somme, la totalité de l'année est restée plutôt froide, le total des jours froids étant de 202 pour 162 jours chauds.

Le baromètre s'est presque toujours maintenu au-dessous de la normale, sauf pendant 19 semaines réparties surtout en hiver et en automne.

Aussi l'année a-t-elle été pluvieuse, non pas, il est vrai, par la quantité d'eau tombée, mais par le nombre de jours de pluie, qui est de 184, soit un peu plus de la moitié. Ces jours de pluie sont répartis dans toute l'année, deux semaines seulement étant restées sans pluie et six n'ayant donné qu'une faible quantité d'eau. La dernière semaine du printemps, au contraire, a fourni en cinq jours de pluie 51 millimètres d'eau.

L'humidité a suivi à peu près les variations de la température: forte durant le printemps et l'été, elle est restée au-dessous de la normale tout le reste du temps.

Enfin l'éclairement a été très faible cette année, et, comme on

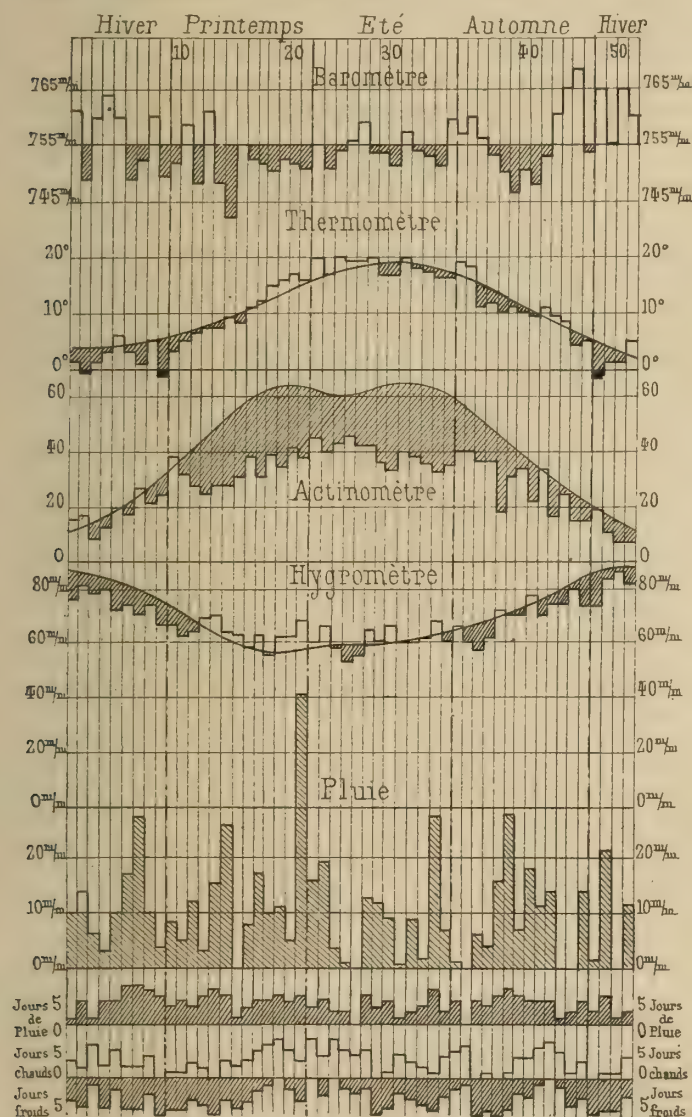


FIG. 1. — Diagrammes météorologiques de Paris en 1889.

pourra s'en convaincre par un simple examen de la courbe, il est resté, presque constamment, très notablement inférieur à la normale.

Si nous laissons de côté pour un moment les quatre semaines qui composent le mois de décembre, nous voyons que la mortalité totale varie dans les limites de 860 décès à 1160 par semaine, ce dernier chiffre étant un maximum atteint une seule fois, au commencement du printemps. C'est du reste à cette époque de l'année que la courbe de la mortalité totale se maintient le plus constamment élevée. Pendant l'été et l'automne, au contraire, nous trouvons un abaissement notable de cette courbe.

Cela prouve bien jusqu'à quel point étaient exagérées les craintes que faisait naître l'Exposition pour la salubrité parisienne, puisque, avec une population presque doublée, population flottante, non

acclimatée, la mortalité a subi sa décroissance habituelle, et cela, dans des proportions plus fortes que les autres années.

L'athrepsie, maladie essentiellement saisonnière, dont le développement est favorisé par les chaleurs, présente son maximum en été, 90 décès par semaine, à la suite de la série de temps chauds qui ont marqué la fin du printemps et le commencement de l'été. Ce maximum se produit brusquement en une seule semaine, puis la mortalité décroît d'une façon régulière, pour arriver à son point de départ, 20 décès par semaine.

Les maladies des voies respiratoires suivent la marche inverse. Très fréquentes en hiver et au commencement du printemps, de 150 à 240 décès par semaine, nous les voyons ensuite décroître, pour atteindre leur minimum en été, juste au moment du grand maximum de l'athrepsie.

La phthisie ne suit guère les variations de la température, du moins considérée en masse, et le minimum du milieu de l'été, 140 décès par semaine, est bien rapproché du maximum, 230 décès, de la fin du printemps.

Le fièvre typhoïde est à Paris à l'état endémique, mais ne fait jamais un bien grand nombre de victimes. Le maximum se présente vers la fin de l'été, 38 décès, chiffre relativement élevé et que l'on a attribué à la suppression des eaux de source. Pendant l'hiver et le printemps, les nombres ont varié de 6 à 20 décès.

La diphtérie fait toujours à Paris beaucoup de victimes. Pour l'hiver et le printemps, la mortalité par semaine varie entre des limites assez élevées, 26 à 54 décès, et elle ne descend pas au-dessous de 16 décès en automne.

Quant aux maladies éruptives, il se produit ce fait, que les deux réputées les plus dangereuses, la variole et la scarlatine, ne donnent pas plus de 16 décès par semaine à elles deux comme maximum, et que, par contre, la rougeole, que l'on regarde plus généralement comme moins grave, a fait, pendant l'hiver, le printemps et l'été, un

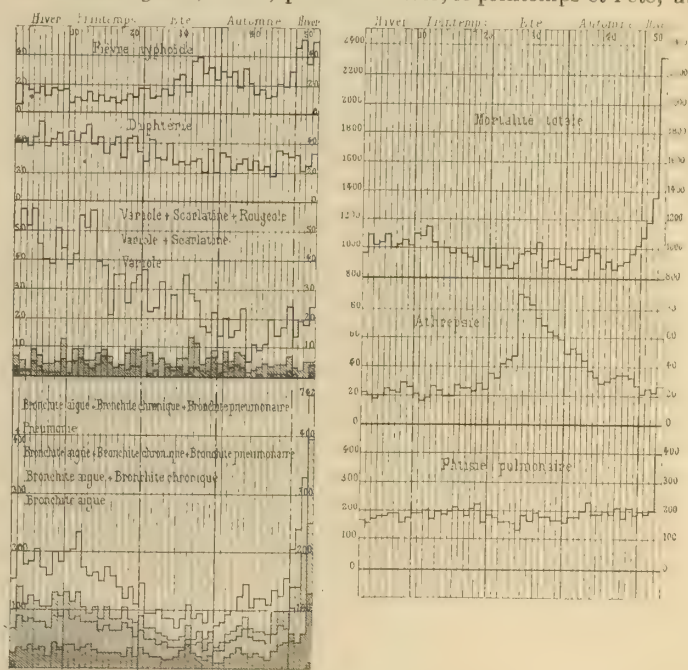


FIG. 2 et 3. — Diagrammes de la mortalité de Paris en 1889.

nombre relativement considérable de victimes, allant jusqu'à 53 décès par semaine.

Nous avons, dans tout ce qui précède, négligé à dessein les données fournies par les quatre dernières semaines de 1889. Il s'y est en effet produit un fait anormal qui exige une étude spéciale. Une épidémie singulière, qui a parcouru l'Europe et n'a pas encore quitté le vieux monde, épidémie qui frappait aussi bien les chiens et les chevaux que les hommes, s'est abattue sur Paris vers le commencement de décembre.

Il a été impossible de se mettre d'accord à son sujet, et, tandis que les uns l'appelaient simplement grippe, que le vulgaire allait rechercher le vieux mot d'influenza, d'autres, et surtout les médecins de marine, y voyaient tous les symptômes de la fièvre dengue.

Toujours est-il que la mortalité totale pendant ces quatre semaines passa successivement par les chiffres de 1 080, 1 200, 1 360, pour atteindre enfin le chiffre énorme de 2 320 en nombre rond, soit juste le double du chiffre le plus élevé de l'année. Et le plus curieux, c'est que quelques décès seulement furent mis sur le compte de l'épidémie.

Tout l'excès de mortalité était ainsi reporté sur les maladies inflammatoires des organes de la respiration, 742 décès, et sur la phthisie, 420 décès. La fièvre typhoïde aussi avait atteint un chiffre assez élevé, 52 décès.

L'accroissement de température de la dernière semaine, succédant

aux froids des trois précédentes, semble avoir eu quelque influence sur cette augmentation de mortalité. Toutefois, il nous semblerait excessif de l'attribuer pour une large part à cette cause. Cette épidémie sans nom, qui ne tue personne, mais qui en fait mourir beaucoup, n'a pas régné qu'à Paris, et tous les pays qu'elle a gratifiés de sa présence n'ont pas eu des temps exceptionnellement chauds.

A Paris, du reste, l'hiver est souvent chaud, humide, à température peu constante, et si nous l'avons remarqué davantage cette année, c'est plutôt parce que nous étions influencés par l'état pathologique général.

F. MARIÉ-DAVY.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES HABITATIONS A BON MARCHÉ

La Société française des habitations à bon marché s'est réunie le 2 février, à l'Hôtel Continental, sous la présidence de M. Jules Simon. Les lecteurs du *Génie Civil* savent, par les articles publiés en 1887 dans cette Revue par M. Rémaury (1), tout l'intérêt qui s'attache à la question des habitations à bon marché. Le but de la Société, précisé par ses fondateurs, n'est pas de construire des maisons, mais elle veut provoquer, dans toute la France, l'étude et la solution pratique d'une question qui pèse sur tous ceux qui souffrent, qui s'impose aux heureux de ce monde, qu'on a eu raison d'appeler, en pensant à eux, un *devoir social*, qui doit, dans une Société organisée et vigilante, fixer l'attention de tous.

Ce sont MM. Jules Siegfried, G. Picot et E. Cheysson, président et vice-présidents de cette Société, qui adressent cet appel.

Nous extrayons ce qui suit des statuts de la Société :

La Société française des habitations à bon marché a pour but d'encourager dans toute la France, la construction, par des particuliers, les industriels ou les Sociétés locales, de maisons salubres et à bon marché. Elle cherchera notamment à propager les moyens propres à faciliter aux employés, artisans et ouvriers, l'acquisition de leur habitation.

A cet effet, l'Association se propose de mettre à la disposition des particuliers ou Sociétés, les plans, modèles de statuts et baux, reconnus les meilleurs, ainsi que tous documents et renseignements nécessaires.

Elle s'interdit formellement toute opération d'achats de terrains ou de construction de maisons.

Son siège est à Paris.

L'article 10 précise ses moyens d'action ; ils sont les suivants :

1° La communication aux intéressés de tous les renseignements qui peuvent être demandés, notamment les statuts des Sociétés déjà existantes, leurs comptes rendus, le modèle de leurs baux, les plans et devis de leurs constructions, les combinaisons financières employées ;

2° La publication d'un bulletin destiné à répandre la connaissance des faits relatifs à la question des habitations à bon marché en France et l'étranger ;

3° L'organisation de conférences ayant pour but la vulgarisation des idées de l'Association, l'amélioration du logement et la création de Sociétés locales de constructions ouvrières ;

4° L'organisation de concours avec prix et récompenses diverses, ayant pour objet soit les plans les meilleurs et les plus économiques, soit les combinaisons de nature à faciliter la construction.

Cette Société est appelée à rendre les plus utiles services.

On en est convaincu, quand on a écouté les orateurs qui ont pris successivement la parole dans la réunion du 2 février ; et certainement après avoir entendu M. Siegfried exposer l'origine et le but de la Société, chacun était déjà dévoué à l'œuvre.

Ce qu'il faut bien comprendre et ce qu'il faut faire comprendre à tous, c'est que, s'il ne s'agit pour personne de spéculation dans les Sociétés de construction à créer, il ne s'agit pas davantage de s'exposer à des pertes ; nous en avons la preuve par tout ce qui se passe à l'étranger et aussi la satisfaction de pouvoir en citer quelques faits qui existent dans notre pays.

En Angleterre, les 4351 logements construits avec les fonds laissés généreusement dans ce but par M. Peabody, qui logent et reçoivent une population de 18 000 habitants, sont loués sur le taux de 4 % et produisent cet intérêt au capital engagé. Les 5 000 maisonnettes construites aux environs de Londres par des Sociétés particulières produisent 5 %.

En Belgique, il existe sept Sociétés de maisons ouvrières (2) ; elles ont construit 869 maisons, qui abritent 8 517 habitants ; la dépense s'est élevée à 8 millions, et les maisons rapportent de 2 à 5 %, en moyenne. En Allemagne ces constructions rapportent 3 %. En Italie, aux Etats-Unis, cette question est à l'ordre du jour.

En France, la Société philanthropique a construit deux maisons, l'une dans la rue Jeanne-d'Arc, l'autre boulevard de Grenelle ; les loyers varient de 260 à 350 francs. Non seulement ces maisons sont recherchées, mais elles ont des candidats locataires. Tout est occupé, et le prix des loyers assure un revenu net de 4 % (3). Ces premiers résultats sont du plus haut intérêt.

Après M. Siegfried, M. Picot a pris la parole ; il a insisté en particulier sur les devoirs qui s'imposent à la société, et fait espérer de grands résultats. Puis M. le docteur Rochard a entretenu l'Assemblée des conditions d'hygiène et de salubrité nécessaires au logement, ainsi

que des conséquences fatales qu'entraînent à leur suite les habitations où manquent à la fois l'air, la lumière et l'eau. La mortalité y est plus considérable ; ainsi dans le VIII^e arrondissement, l'un des plus riches et des mieux construits de Paris, en 1883 il n'est mort que 14 habitants sur 1 000, tandis qu'il en est mort 39 dans le XIII^e arrondissement. On voit que la salubrité est une importante question de vie.

Que dire maintenant de la moralité, que peut-elle être dans ces bouges infects où la promiscuité est absolue et déplorable ?

M. Jules Simon a élevé la question à sa plus grande hauteur en démontrant que, non seulement le logement est à la fois l'école de toutes les vertus domestiques et la garantie de la civilisation, mais qu'il est aussi la force, la puissance de la patrie, parce qu'il est le lieu où se forme la famille. Si l'on veut la patrie puissante, la natalité non stationnaire, il faut donner aux enfants des ouvriers des logements salubres.

Tous ces tableaux des misères sociales ont été tracés avec un admirable talent. Il faut un grand effort, une grande volonté et surtout une grande persévérance pour atteindre le succès. Les Ingénieurs, qui sont déjà bien représentés dans ce mouvement de l'opinion, doivent agir ; les chefs d'industrie ont des devoirs à remplir. Il est bon que des orateurs éminents, des savants illustres montrent le chemin. Le logement est la question sociale par excellence, nous l'avons déjà dit avec beaucoup d'autres plus autorisés que nous ; le logement c'est la famille, c'est là où l'homme doit trouver le repos de ses labeurs, inspirer à ses enfants le respect, les devoirs, en faire des hommes capables eux-mêmes de former plus tard leur famille et de servir leur patrie avec vaillance jusqu'au dernier sacrifice.

A. GIBON.

CORRESPONDANCE

LE PORT DU HAVRE

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

Le projet de loi sur l'amélioration du port du Havre, dont le *Génie Civil* (1) a exposé dernièrement la situation devant la Commission du Sénat, traverse une nouvelle crise, et il est permis de se demander si les discussions ont porté sur le point qui préoccupe les intéressés.

Le public ne s'arrête pas longtemps à critiquer les dispositions spéciales d'un projet de port, il s'attache même peu à l'analyse des moyens de créer des ressources ; mais il sent instinctivement que les propositions ne donnent pas satisfaction à sa préoccupation, et il prête inconsciemment son appui à ceux qui ont intérêt à entraver les solutions.

La préoccupation de l'opinion publique porte beaucoup aujourd'hui sur la manière dont sont dirigés les services de nos ports de mer ; placés encore sous le régime de l'action directe de l'Administration centrale, les travaux sont faits par l'Etat, qui prend sur le budget les fonds nécessaires.

L'accueil fait au contre-projet de M. Teisserenc de Bort prouve surabondamment que ce système n'est pas en faveur.

L'honorable sénateur a dit : « La France est le seul grand pays qui mette à la charge du Trésor public la presque totalité des dépenses de ses ports de mer ; nous ne sommes plus assez riches pour continuer une libéralité aussi excessive ! »

La France peut encore payer toutes les dépenses nécessaires pour tenir son rang, et personne ne réclamerait contre celles faites dans nos ports, si elles amenaient ce résultat ; mais nous sommes, à cet égard, dans un état d'infériorité notoire contre lequel l'amour-propre national se révolte.

On nous a bien souvent signalé notre infériorité vis-à-vis des ports anglais et de celui d'Anvers. M. Teisserenc de Bort vient de dire au Sénat que l'Espagne même a des ports mieux installés que les nôtres, et cela n'est que trop vrai.

Il n'est pas sans utilité d'examiner ce qui s'est passé dans ce pays :

Il y a quelques années à peine, l'Espagne était encore placée sous le régime que possède la France : la gestion de l'exploitation des ports par l'Administration supérieure, l'exécution des travaux par l'Etat sur les fonds fournis par le budget. Les révolutions successives que ce pays a traversées, il y a une vingtaine d'années, ayant épuisé les ressources de la Caisse publique, l'entretien même ne se faisant plus, le Gouvernement a dû céder aux réclamations énergiques de toutes les villes du littoral. Elles offraient de se charger des dépenses à faire, moyennant une contribution à prélever, non plus sur la jauge des navires, comme dans le nord, mais simplement sur toutes les marchandises débarquées, passant en douane.

Le produit de cette taxe a constitué une caisse, dont la gestion a été confiée à des Commissions, nommées Junta, formées de membres désignés par le Gouvernement, le Conseil municipal et la Chambre de commerce, c'est-à-dire les représentants des intérêts généraux engagés dans un port.

C'est en 1868 que la Junta de Barcelone a été constituée ; au 30 juin 1889, elle avait pu faire face à plus de 20 millions de francs de dépenses et créer une situation financière telle, qu'elle va permettre d'entreprendre d'exécuter, en quatre ans, pour une somme pareille de travaux : les projets faits évaluent la dépense à 22 millions et demi.

Les taxes, ne frappant que les marchandises débarquées, ont été successivement abaissées ; elles sont aujourd'hui de 2 francs pour les plus élevées. Or toute opération en rade coûte deux ou trois fois plus,

(1) Voir le *Génie Civil*, tome X, p. 278 et 307, et tome XI, p. 44 et 26.

(2) La Question des habitations ouvrières en France et à l'étranger, par M. E. CHEYSSON, G. Masson, éditeur.

(3) *Economiste français* du 8 février, Pierre FONTAINE.

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 43, p. 291, et n° 45, p. 332.

Fig.1. Plan général du Chantier.

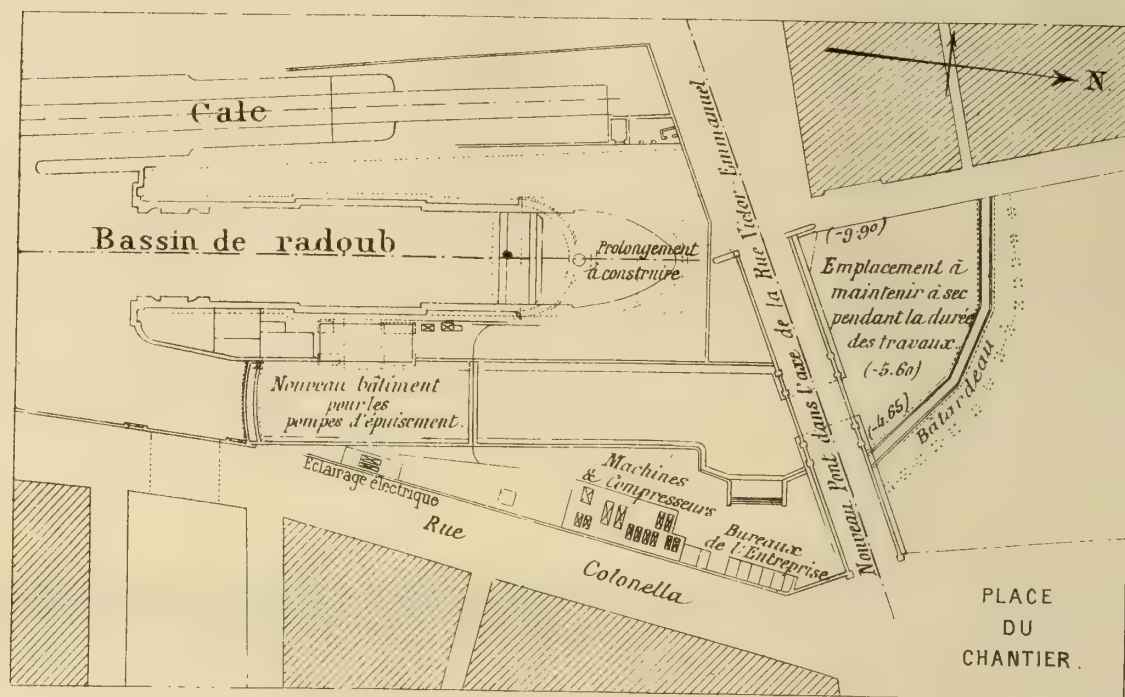


Fig.3. Plan du grand Caisson.

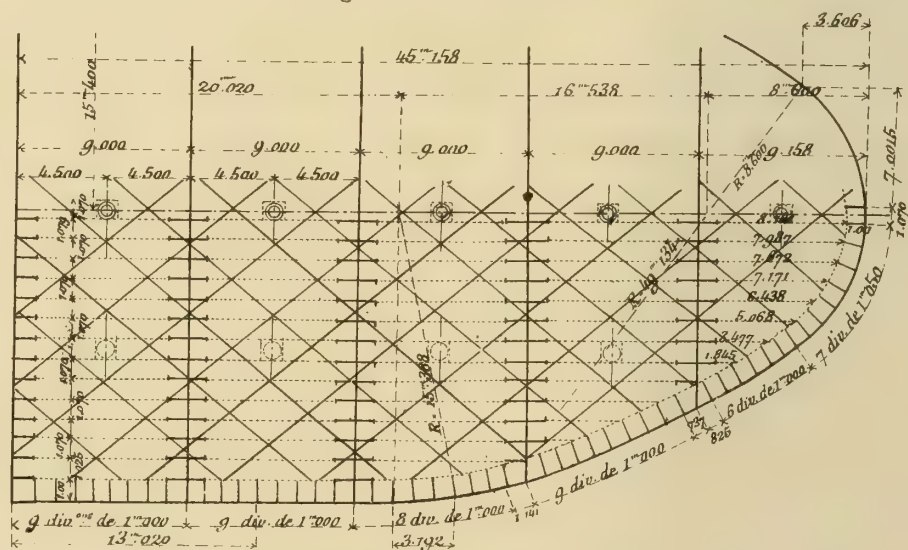


Fig.7. Caisson en béton pour la fondation du bâtiment des pompes.

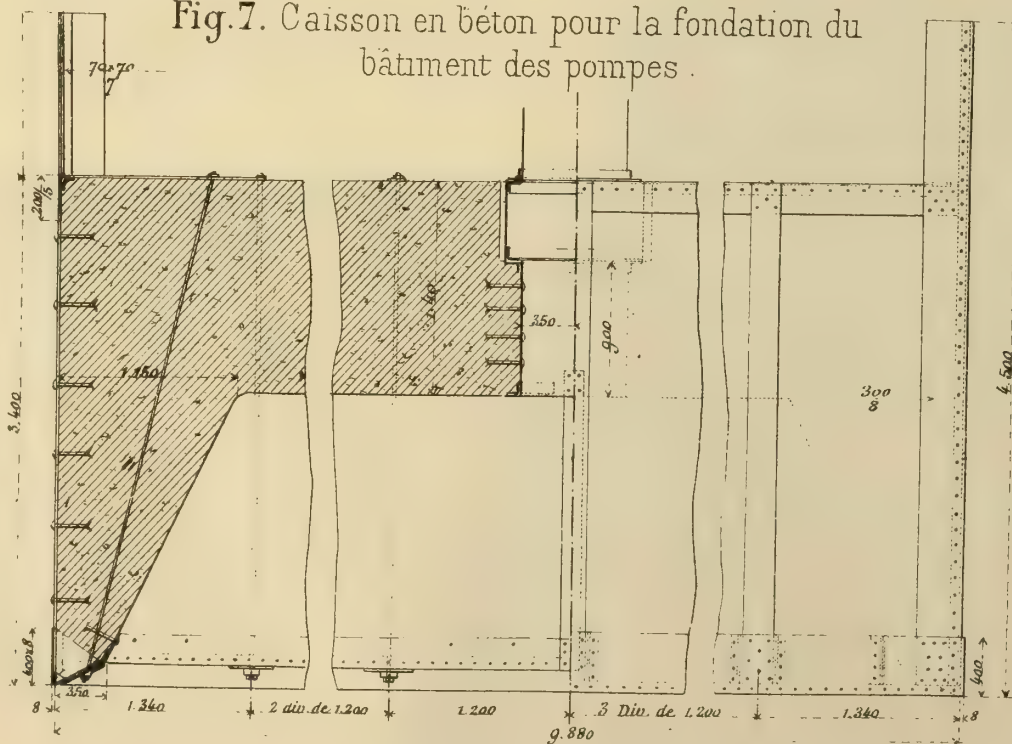
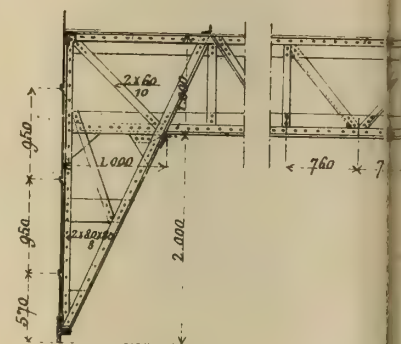
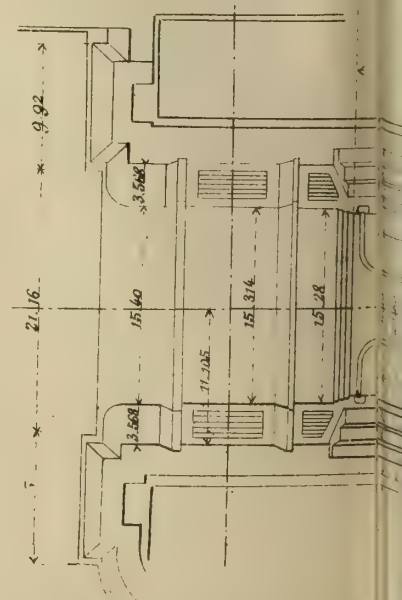
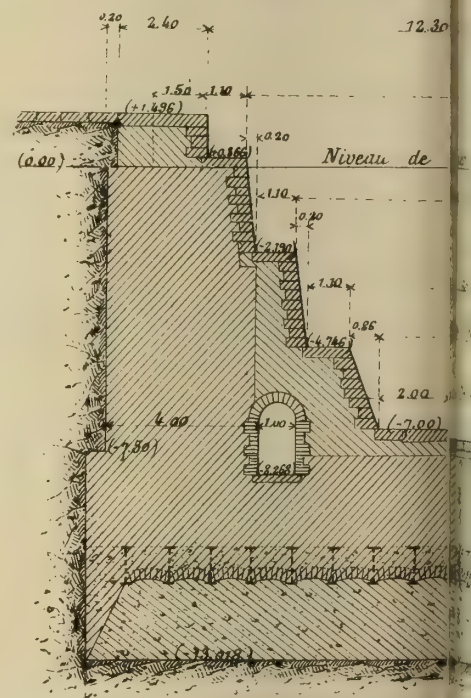
PROLONGEMENT DU B
exécuté par MFig.5. C
Travail terminé

Fig.8. Raccordement du puits des pompes avec le Bassin.

Fig. 6. Raccordement des anciennes et des nouvelles maçonneries au moyen du caisson mobile.

Caisson descendu à la cote de la fondation.

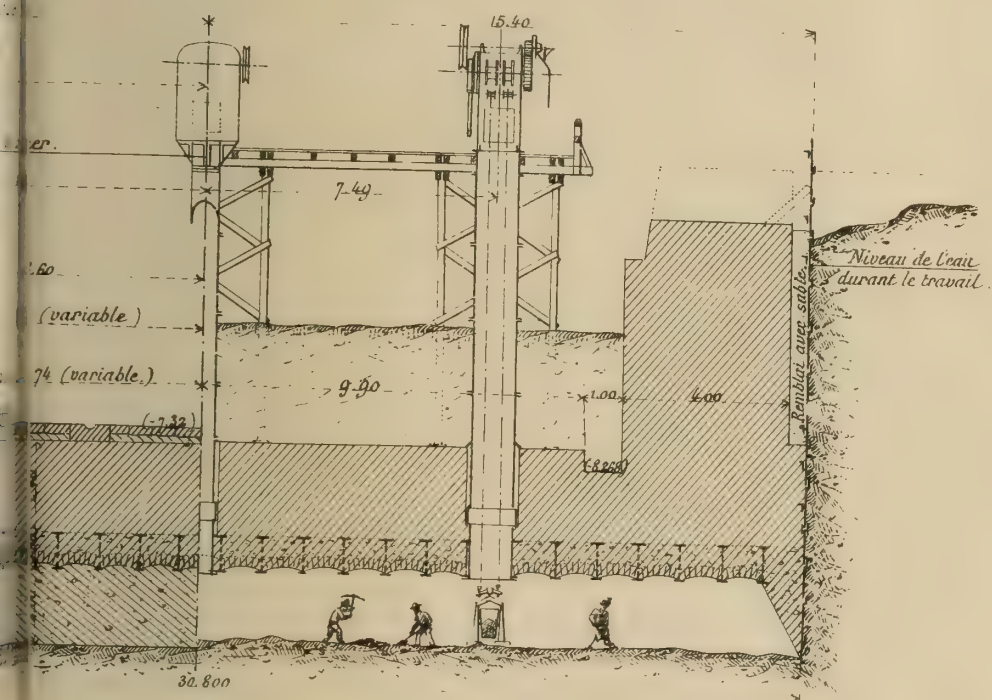
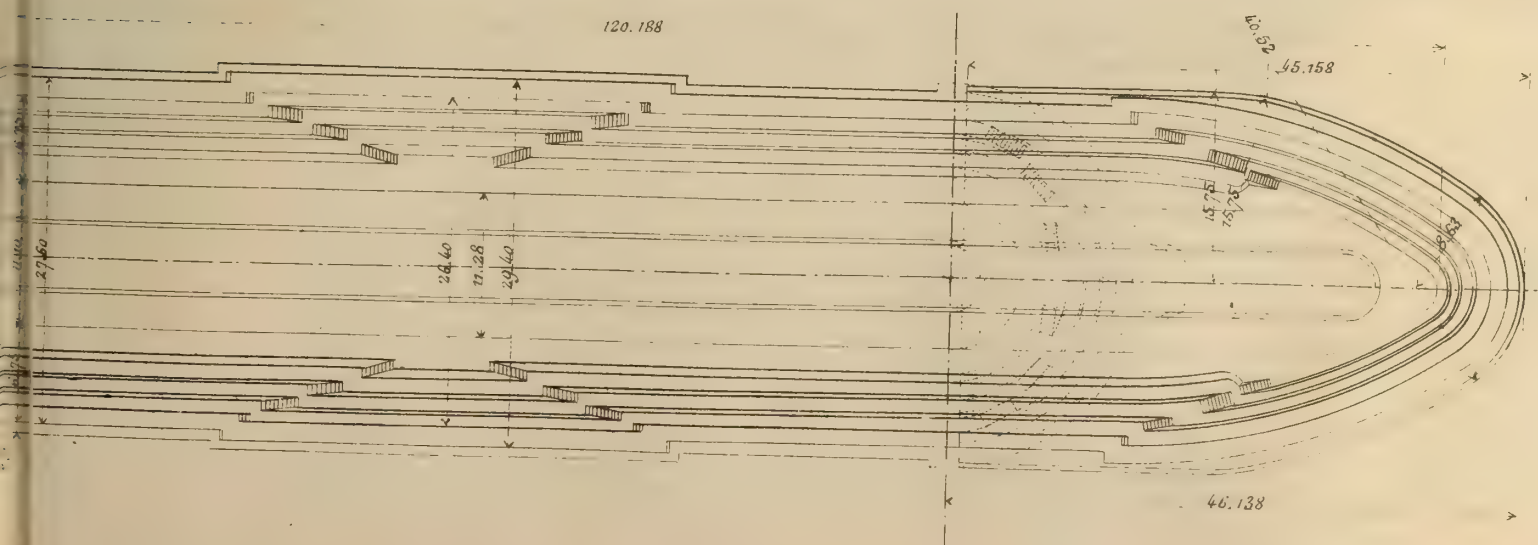


Fig. 2. Plan du bassin prolongé.



et les marchandises arrivant par grands paquebots à Bordeaux sont débarquées en rade de Pauillac !

L'Administration centrale a pris soin de faire étudier ces dispositions et, dans un rapport qu'elle a fait publier, M. l'Ingénieur en chef Laroche a constaté ces excellents résultats.

Tous les éléments d'une étude sérieuse existent donc, et il est facile à la Commission du Sénat de se faire rendre compte des difficultés que l'on redoute.

En réalité, la Junta est un Conseil d'administration d'une Compagnie sans capital, disposant de recettes suffisamment assurées pour gager les emprunts nécessaires aux travaux neufs comme à l'entretien, sans avoir à se préoccuper des dividendes à distribuer.

Le système est simple, il est logique, et il a le grand avantage de créer des responsabilités sérieuses, en mettant en présence des intéressés, ceux qui sont chargés de décider les mesures.

Il n'est certes pas exempt de critiques : l'invasion des nos assemblées locales par la politique, pourra bien amener de mauvais choix pour la nomination des membres de la Commission ; mais le temps calmera ces ardeurs déplacées, et les intéressés sauront faire arriver les hommes capables.

On objectera que la mesure, avantageuse pour les ports qui ont de grands mouvements de marchandises, sera désastreuse pour les autres ; mais rien n'empêchera, et c'est un grand avantage de cette disposition, de ne l'appliquer qu'aux ports assurés de suffire à leurs dépenses avec une taxe modérée.

La grande difficulté sera la force d'inertie opposée par la routine administrative à toute réforme, et cependant celle-là entraînera bien peu de modifications dans le fonctionnement des services.

La direction des travaux continuera certainement à être confiée au personnel si compétent qui en est chargé, avec cet avantage que ce personnel relèvera de la Commission locale, bien mieux placée pour apprécier les mérites.

Les Ingénieurs seront dans la situation de leurs collègues des chemins de fer, vis-à-vis de leurs conseils d'administration. Ils pourront alors, comme ces derniers, s'attacher aux travaux dont ils auront fait les études, et les mener à bonne fin, sans la préoccupation d'un avancement en grade qui les appellera à une autre extrémité du territoire. Il sera possible, comme cela s'est passé dans les chemins de fer, de fixer leurs émoluments, suivant les services rendus, sans être tenu de se renfermer dans une réglementation aveugle, qui rétribue la fonction sans tenir aucun compte de la valeur personnelle.

Il se peut que les mesures prises en Espagne ne s'appliquent pas à la France sans modifications, on peut même espérer qu'il y sera apporté des améliorations ; mais il faut retenir de l'exemple que nous donne notre voisine, cette action directe d'une Commission locale en contact permanent avec les intéressés et responsable vis-à-vis d'eux.

L'Etat devra conserver la haute direction, la surveillance et le contrôle de toutes les opérations ; c'est la loi qui fixera les taxes, sur la proposition des Commissions. On peut accorder à l'Etat un plus grand nombre de représentants et la présidence peut être réservée à l'un d'eux ; les vice-présidents seraient alors pris, l'un parmi les représentants de la ville, l'autre parmi ceux du commerce.

Les Chambres de commerce, qui ont eu une attitude si énergique en présence des besoins de nos ports et de l'impuissance du budget, auront une action bien plus efficace dans cette participation officielle aux mesures à prendre, que dans le rôle assez singulier qui est attribué depuis quelque temps à ces corps consultatifs, celui de fournisseurs de fonds dont ils ne dirigent pas l'emploi, et d'entrepreneurs de hangars.

Quant aux Conseils municipaux tenus à l'écart jusqu'ici dans la préparation des projets, bien qu'ils finissent toujours par contribuer aux frais de leur exécution, ils auront une juste et utile part dans les discussions de ces questions, qui intéressent tous les habitants d'une localité.

Les dispositions adoptées en Angleterre, et en général dans le Nord, sont régies par des us et coutumes qu'on ne peut songer à établir chez nous ; mais la solution que les événements politiques ont imposée en Espagne et qui donne de si bons résultats, est-elle incompatible avec nos mœurs ?

C'est ce que le Parlement a le devoir d'examiner avec le plus grand soin. La discussion éclairera l'opinion publique. Elle fera peut-être tomber cette résistance à tous les projets présentés, qui fait si justement demander, par M. le sénateur Reymond, la division des travaux, afin d'exécuter le creusement de la passe réclamée avec tant d'insistance par tous les commandants de grands navires qui fréquentent le Havre. En attendant que l'on se mette d'accord sur le reste, il est assez rationnel de commencer par ce qui n'est pas discuté.

Veuillez agréer, etc.,

E. CHABRIER,
Ingénieur E. C. P.

GUSTAVE-ADOLPHE HIRN

Mulhouse, 29 janvier 1890.

MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*,

C'est pour moi un devoir de répondre à la demande qui m'a été faite de donner à vos lecteurs une courte notice sur l'homme éminent qui vient de s'éteindre à Colmar.

Le *Génie Civil* peut, à bon droit, le revendiquer comme l'un des siens, bien que, au point de vue scientifique, ses travaux aient dépassé

de beaucoup les limites entre lesquelles se tiennent généralement les Ingénieurs.

C'est particulièrement dans le domaine des moteurs à vapeur et des générateurs, que Gustave-Adolphe Hirn a marqué sa place comme Ingénieur ; et son principal mérite a consisté, pour exprimer le fait en quelques mots, à rappeler aux Ingénieurs et aux constructeurs, qu'un moteur à vapeur n'est pas uniquement un appareil mécanique, plus ou moins bien disposé au point de vue du détail de son mécanisme, mais que c'est aussi, et on pourrait dire que c'est surtout un appareil de physique. Aussi est-ce à la fois comme Ingénieur et comme physicien que son rôle doit être envisagé pour être bien compris.

On peut dire que parmi les Ingénieurs, et dans le monde industriel, Hirn est connu particulièrement par son application de la surchauffe aux moteurs à vapeur et par ses études sur le rôle et l'utilité des enveloppes de vapeur autour du cylindre.

Le nom de Hirn est attaché aussi au câble télodynamique, servant au transport de la force à de grandes distances ; mais le mérite de cette invention est toujours attribué à son frère Ferdinand. Bien des fois, en voyant l'affection si grande qui existait entre ces deux frères, je n'ai pu m'empêcher de penser qu'une bonne part de ce mérite revenait aussi à Adolphe Hirn, car Ferdinand était négociant plutôt qu'homme technique.

Ce sont là, je crois, les trois éléments les plus généralement connus qui ont contribué à établir la réputation attachée au nom de Hirn, parmi les Ingénieurs proprement dits.

Mais, disons-le de suite, cette question des moteurs à vapeur ne constitue qu'un côté très restreint du rôle technique et scientifique de G.-A. Hirn.

Pour faire comprendre l'ensemble de son rôle, il est nécessaire de remonter à ses origines. Hirn, né le 21 août 1815, n'est devenu Ingénieur, ou plutôt n'est entré dans le domaine de la mécanique que vers 1842 : il était donc âgé de 27 ans et n'avait fait aucune étude qui pût le préparer aux fonctions d'Ingénieur. Encore assez jeune, il était entré dans l'établissement de son grand-père, qui possédait au Logelbach filature, tissage de coton, blanchiment, apprêt, teinture et impression des tissus ; il y remplissait les fonctions de chimiste, quand, vers 1842, la fabrication de l'indienne et ses accessoires furent supprimés, pour ne laisser en activité que la filature et le tissage.

Hirn dut alors quitter une spécialité, dans laquelle il avait marqué son passage par des applications qui avaient eu du succès, pour s'occuper spécialement de la partie mécanique dans la filature et le tissage. Dans ses fonctions étaient comprises, pour une grande part, les turbines, les machines à vapeur et les transmissions.

Si peu qu'on l'ait connu, on peut assurer qu'il entra dans ces fonctions nouvelles avec le sentiment d'un devoir très sérieux à remplir : nous en trouvons la preuve dans quelques travaux qu'il livra à la publicité au début de sa carrière d'Ingénieur.

En 1845, il publiait une étude très complète, surtout pour cette époque, sur les ventilateurs ; à la même date, il installait des réchauffeurs à des générateurs de vapeur, dispositif qui était alors, au moins en Alsace, une très grande nouveauté.

En 1846, il étudiait la question si controversée de la mesure du volume débité par des cours d'eau.

A cette même époque, il entreprenait une question d'un intérêt alors très grand et qui, du reste, a conservé toute son importance, l'étude des matières lubrifiantes au point de vue du frottement qui résulte de leur emploi, et du prix de revient du graissage.

Les huiles minérales, à l'état de mélange avec d'autres huiles, végétales ou animales, s'introduisaient alors dans l'industrie.

La question fut étudiée par plusieurs Ingénieurs, qui livrèrent à la publicité les résultats de leurs recherches, et l'industrie en fit son profit ; les résultats des expériences de Hirn reçurent même une application par la création d'une fabrication d'un mélange lubrifiant.

Son rôle, comme Ingénieur, pouvait se borner à ce résultat ; mais, animé, dans ses recherches, d'une ardeur qui ne s'est éteinte chez lui qu'avec la vie, Hirn, tout en étudiant l'influence des divers lubrifiants sur le frottement, avait étudié le frottement en lui-même. Ces études l'avaient conduit à des résultats en désaccord très appréciable avec les lois universellement admises à cette époque, et nous sommes autorisés à le dire, presque universellement admises encore aujourd'hui.

Il arrivait à formuler, pour le frottement, des lois qui peuvent se résumer ainsi : *le frottement n'est pas indépendant de la vitesse relative des surfaces en regard : il est très sensiblement proportionnel à la racine carrée des surfaces et à la racine carrée des pressions, selon qu'on fait varier l'un ou l'autre de ces éléments ou tous les deux.*

Il y a quelques années, un de nos plus savants Ingénieurs publiait les résultats d'expériences qui l'avaient conduit aux mêmes conclusions, et Hirn s'est alors fait un devoir de rappeler que, trente ans auparavant, il avait publié les conclusions qui venaient de se reproduire comme une nouveauté.

Je n'insisterai pas sur les infortunes qui furent réservées au mémoire dans lequel il exposait ses expériences et leurs résultats, et que, sur les conseils d'un ami dont le nom reste parmi les Ingénieurs les plus connus, Fourneyron, il avait adressé à l'Académie des Sciences : ces infortunes, qu'il me semble inutile de rappeler ici, auraient suffi à rebuter tout autre que lui, moins patient, moins persévérant.

Ce mémoire ne fut inséré que huit années plus tard, en 1853, dans le Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.

Ces années n'avaient pas été perdues. Hirn avait repris ses expériences, et poussé encore plus loin ses investigations : le calorique développé par le frottement lui avait semblé un fait digne d'attention, et il avait entrepris de le mesurer.

Peu à peu, un fait se dégageait de ses observations : c'était une cer-

taine proportionalité entre la quantité du calorique dégagé, et la quantité du travail absorbé par le frottement; il était sur la voie de l'équivalence entre ces deux quantités, et il la formulait quand le hasard lui fit connaître les travaux de Joule et de Mayer.

Il est permis de dire que la découverte qu'il venait de faire avait décidé de sa vocation, car la thermodynamique devint et resta pour lui l'étude de prédilection. Il en fut l'un des plus ardents promoteurs, et l'un des artisans les plus convaincus.

Le milieu industriel dans lequel il vivait, ses fonctions qui le mettaient en contact permanent avec les grands moteurs d'une usine importante, lui inspirèrent l'idée audacieuse d'étudier cette loi d'équivalence dans un moteur de 100 chevaux.

Tous les Ingénieurs qui ont fait des essais un peu complets de machines à vapeur comprendront ce qu'il y avait de courage, même d'intrépidité, à tenter une pareille entreprise. C'est ce que fit Hirn, avec cette ardeur patiente qui fut un trait de son caractère, et qui seule permet de comprendre comment il a pu mener à bien de telles expériences, en opérant sur une grande machine verticale à balancier, qui menait des ateliers dont la marche ne tolérât ni arrêt, ni modifications de force ou de vitesse, au gré de l'opérateur. C'est là qu'a pris naissance cette remarquable méthode d'expérience des moteurs à vapeur, qui a servi de type, un peu partout, pour les essais complets qui ont été réalisés depuis.

Poussé par cet esprit de recherches patientes et un désir absolu de voir clair, il ne négligeait, dans ces expériences, aucun fait accessoire, et c'est ainsi qu'il est arrivé à ces études si estimées sur l'utilité et le rôle des enveloppes de vapeur; c'est ainsi qu'il est arrivé à appliquer la surchauffe à la vapeur, à construire des appareils de surchauffe, des machines à vapeur surchauffée, auxquelles il appliqua la distribution par quatre tiroirs indépendants.

Ces études l'avaient conduit à réaliser une consommation d'environ 9 kilogr. de vapeur par cheval et par heure, alors que généralement la consommation d'une machine à vapeur dépassait souvent de beaucoup 12 et 15 kilogr.

Critiqués, contredits énergiquement par des intérêts puissants, les résultats annoncés par Hirn étaient mis en doute dans l'industrie: ce fut seulement en août 1865, que des expériences officielles, contradictoires, furent enfin entreprises, qui donnèrent pour résultat, après six jours pleins, une consommation de 9^k 298.

Ce résultat aurait pu être connu et publié dix ans plus tôt sans une opposition qu'on s'explique difficilement aujourd'hui, et qui a retardé d'autant l'heureuse influence qu'on a attribuée, non sans raison, à ces expériences et à celles dont elles furent le point de départ.

Il ne faut pas, pour être juste, juger ces expériences de Hirn, en se plaçant au point de vue des conditions actuelles, avec ces organisations toutes spéciales; avec ce personnel spécial des associations de propriétaires d'appareils à vapeur, qui consacrent une bonne partie de leur temps à des essais de moteurs; avec ces nombreux Ingénieurs, ces publications innombrables, qui sèment au vent, pour ainsi dire, les résultats d'expériences incessantes. Il faut se reporter à trente ans en arrière et voir un homme isolé dans une vallée des Vosges, s'étant formé de lui-même aux choses de la science et de l'industrie, en opposition constante, ou, pour mieux dire, en conflit constant par ses tendances scientifiques, c'est-à-dire par son besoin de savoir, avec un entourage occupé des questions industrielles au point de vue presque exclusivement pratique. Il faut voir cet homme luttant contre toutes les difficultés physiques et morales d'un pareil isolement; il faut le voir privé de la plupart des notions devenues quasi banales aujourd'hui, mais inconnues alors, obligé de déterminer les densités de vapeur (Regnault n'avait pas encore publié ses tables, quand Hirn faisait ses premiers travaux); il faut le voir obligé d'inventer, de construire la plupart de ses appareils, et c'est ainsi qu'il imagina la disposition de ses appareils de jauge pour mesurer l'eau sortant du condenseur, un thermomètre à air, un indicateur de Watt à course fractionnée, son pandynamomètre, et d'autres que je ne puis énumérer ici.

En fait, les associations de propriétaires d'appareils à vapeur ont calqué leurs méthodes d'expérience sur celles adoptées par Hirn, il y a trente ans, et les associations du continent peuvent faire remonter à lui une bonne part de leur origine, car c'est du mouvement dû à ces expériences de Hirn, qu'est résultée, à Mulhouse, l'organisation de la première association qui a existé sur le continent.

Pour compléter la définition du point de vue auquel il convient de se placer pour apprécier les mérites de Hirn, il faut encore le voir faisant ces expériences de ses propres deniers, y consacrant, malgré une aisance très modeste, une partie de ses revenus.

Il faut encore le voir, avec une santé frêle et délicate dès l'enfance et qui ne s'est jamais affirmée, mettre au service de ces recherches fatigantes un corps qui ne puisait sa résistance que dans l'énergie de son intelligence.

Tel était l'homme, telles étaient les circonstances.

Mais n'envisager ses travaux que par ce côté étroit, serait vouloir donner une idée absolument fautive de sa valeur scientifique.

L'idée de l'équivalent mécanique de la chaleur, avec la science de la thermodynamique qui en est résultée, a été le but unique de tous ses efforts. Les expériences et les études qu'il a faites, les trois volumes qu'il a publiés successivement sur ce sujet, ont contribué pour leur bonne part au progrès et au développement des idées générales qui ont, pour ainsi dire, élevé le niveau de la Science, en faisant voir les liens jusqu'alors mystérieux qui unissaient des faits considérés comme absolument indépendants l'un de l'autre.

Hirn a abordé des questions les plus élevées de la Science, et le dernier ouvrage qu'il a publié, *Constitution des espaces célestes*, peut être considéré comme étant la résultante de ses études de prédilection.

Ce genre d'études ne rentre pas dans le cadre des études habi-

tuelles des Ingénieurs et du *Génie Civil*, mais il faut cependant les signaler pour compléter l'aspect d'un homme qui, Ingénieur, physicien, fut aussi un savant et un philosophe. Mais ce côté de son caractère, je ne veux m'y arrêter que pour montrer à quel niveau scientifique est parvenu un esprit qui, dans la jeunesse, n'avait pas joui de cet heureux privilège de recevoir les leçons de maîtres savants; ceux-ci lui auraient facilité les premiers pas dans la route toujours ardue qui, dans la Science, conduit aux sommets, auxquels il est arrivé par une voie qu'il a dû se frayer lui-même. Il en est résulté pour lui un caractère particulier qui se retrouve dans ses écrits, et qu'il est bon de connaître quand on étudie ses œuvres.

Pour terminer cette notice bien incomplète, est-il besoin de dire ce que fut l'homme après avoir dit ce que fut le savant? Un niveau si élevé dans les idées entraîne presque fatalement une grande largeur de vues: Hirn fut bon, généreux, désintéressé, et les preuves ne manquent pas à l'appui de ces trois côtés de son caractère.

Des études complètes viendront établir les mérites qui lui ont valu pendant sa vie des hommages légitimes, trop tardifs peut-être, mais, à coup sûr, indiscutables.

WILLIAM GROSSETESTE,
Ingénieur E. C. P.

INFORMATIONS

Décret concernant les groupes téléphoniques.

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie vient de faire signer un décret fixant les conditions auxquelles il sera possible, soit de relier une ville dotée d'un réseau téléphonique urbain aux localités placées dans son voisinage immédiat, soit de réunir dans un groupe les réseaux urbains desservant des localités de la même région, ayant des intérêts communs au point de vue industriel et commercial.

La Société générale des Téléphones avait obtenu, aux conditions suivantes, l'autorisation d'organiser des réseaux suburbains autour des réseaux exploités par elle et de relier ces réseaux entre eux:

Pour communiquer avec un réseau urbain, l'abonné du réseau suburbain devait payer le montant de l'abonnement à ce réseau urbain, plus une redevance supplémentaire de 600 francs; quand les deux réseaux étaient distants de plus de quatre kilomètres, il devait payer en outre une taxe de 100 francs par kilomètre. Si la ligne qui reliait les deux réseaux était construite en câbles souterrains, cette taxe était majorée de 50 %. Les abonnements ne pouvaient être souscrits pour une période inférieure à cinq ans. Un tarif aussi élevé prit un caractère prohibitif, et il ne se forma aucun réseau suburbain autour des réseaux urbains exploités par la Société.

Sur les réseaux créés par l'Etat et faisant l'objet d'une exploitation parallèle, un système différent a été appliqué. Ce système consiste à relier à un réseau urbain, dit principal, toutes les petites localités qui l'entourent et en sont comme les annexes, puis à relier ces réseaux principaux entre eux, de façon à former un groupe téléphonique. Chaque habitant demandant à être relié à un centre placé en dehors de l'agglomération dont il fait partie, doit payer, en sus de l'abonnement urbain, 10 francs par kilomètre de fil simple reliant entre eux le bureau du réseau annexe à celui du réseau principal. De plus, tous les abonnés des réseaux annexes ou principaux peuvent communiquer entre eux dans l'intérieur du groupe, moyennant le paiement d'une surtaxe, en déduction de laquelle figure la somme déjà payée pour relier le bureau annexe au bureau principal.

Depuis la reprise par l'Etat de l'exploitation des réseaux établis par la Société générale des Téléphones, les demandes affluent de tous les points de la banlieue de beaucoup de villes, et spécialement de la ville de Paris, en vue d'obtenir des communications téléphoniques suburbaines, aux conditions jusqu'à présent admises sur les réseaux de l'Etat.

C'est en vue de donner satisfaction à ces demandes que le Ministre a fait signer le décret suivant, qui, tout en appliquant les dispositions réglementaires antérieures des réseaux d'Etat aux anciens réseaux de la Société générale des Téléphones, établit l'unité de législation:

ARTICLE PREMIER. — En vue de permettre l'échange des communications téléphoniques entre les abonnés des réseaux urbains appartenant à une même région, des réseaux téléphoniques urbains peuvent être constitués en groupes téléphoniques.

Les groupes téléphoniques sont élémentaires ou composés.

ART. 2. — Le groupe téléphonique élémentaire est formé par la réunion d'un réseau principal et d'un ou plusieurs réseaux annexes reliés au réseau principal par une ou plusieurs lignes téléphoniques directes établies et entretenues aux frais de l'Etat.

ART. 3. — Les abonnés des réseaux annexes faisant partie d'un même groupe téléphonique élémentaire peuvent obtenir la communication avec tous les abonnés du groupe, à charge par eux de contracter un abonnement supplémentaire.

La taxe que comporte cet abonnement est de 10 francs par kilomètre ou fraction de kilomètre de fil simple reliant le bureau du réseau annexe par lequel l'abonné est desservi au bureau central du réseau principal.

ART. 4. — Un réseau ne peut être déclaré réseau annexe que si cinq abonnés de ce réseau au moins ont pris l'engagement de contracter l'abonnement supplémentaire.

ART. 5. — Les abonnés du réseau principal peuvent obtenir gratuitement la communication avec les abonnés de tous les réseaux annexes qui ont contracté l'abonnement supplémentaire.

ART. 6. — Le groupe téléphonique composé est formé par la réunion de groupes téléphoniques élémentaires dont les réseaux principaux sont reliés entre eux par une ou plusieurs lignes téléphoniques directes établies et entretenues aux frais de l'Etat.

ART. 7. — Les abonnés des différents réseaux faisant partie d'un même groupe téléphonique composé peuvent obtenir la communication avec tous les abonnés du groupe, à charge par eux de contracter un abonnement supplémentaire dont la taxe minima est de 150 francs par an.

Si le taux de l'abonnement à l'un des réseaux du groupe est plus élevé que celui des autres réseaux, la taxe comprend en outre la différence entre les taux des deux abonnements.

ART. 8. — Le montant de l'abonnement fixé par l'article 3 vient en déduction du montant de l'abonnement fixé par l'article précédent.

ART. 9. — Les abonnements supplémentaires aux groupes téléphoniques élémentaires ou composés sont soumis aux règles établies pour les abonnements aux réseaux urbains par le décret du 21 septembre dernier, en tant qu'elles ne sont pas contraires aux dispositions du présent décret, à l'exception toutefois des dispositions relatives aux cercles et établissements ouverts au public, contenues dans les articles 2 et 9 dudit décret.

ART. 10. — Le caractère légal de réseau annexe ou principal et de groupe téléphonique élémentaire ou composé est déclaré par décret rendu en Conseil d'Etat.

Ce décret détermine la taxe à percevoir par application de l'article 7.

ART. 11. — Jusqu'au jour où le réseau de la ville de Paris sera entièrement reconstitué, les abonnés des réseaux qui seront déclarés annexes à celui de Paris ne pourront pas exiger la mise en communication de ces réseaux annexes entre eux.

Les grandes cheminées d'usines.

Nous avons à plusieurs reprises donné les dimensions de plusieurs grandes cheminées d'usines. D'après le *Boston Globe*, on vient d'en achever une de 105 mètres de hauteur à Fall River (Massachusetts), destinée à évacuer les gaz de tous les générateurs de quatre nouvelles usines métallurgiques appartenant à la Fall River Iron Co. Le diamètre est de 9 mètres à la base et de 6^m30 au couronnement; le diamètre intérieur est égal sur toute la hauteur et atteint 3^m3. Deux carnaux principaux de 2^m85 $\times$ 1^m80 chacun, la relient aux carnaux spéciaux de 40 chaudières, qui fournissent la vapeur à quatre machines à triple expansion de 1 350 chevaux chacune.

Cette cheminée, dont les dimensions ont déjà été atteintes dans

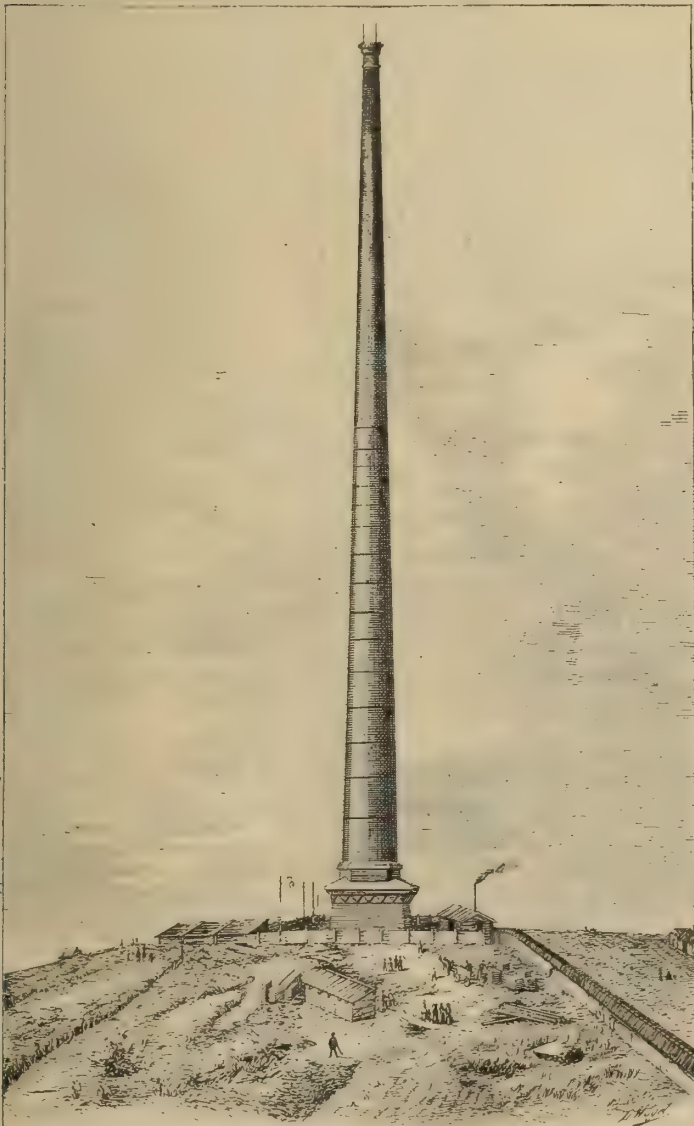


FIG. 1. — Cheminée de 138 mètres de hauteur de la fonderie de Halsbrucke (Saxe).

plusieurs pays d'Europe, va d'ailleurs être largement dépassée par celle qu'on élève à la fonderie impériale de Halsbrucke, près de Freiberg (Saxe), et qui a pour objet de lancer les gaz nuisibles provenant des fours, à une hauteur suffisante dans l'atmosphère pour en éviter les inconvénients au voisinage. Sa hauteur sera de 138 mètres, et son diamètre intérieur de 4^m80. Projetée par l'ingénieur Huppner, elle doit être construite sur la rive droite de la Mulde, à un niveau

supérieur de 79 mètres à celui des ateliers, qu'elle dominera ainsi de 217 mètres. La construction a été confiée à M. Heinicke.

Le socle est carré et doit avoir 12 mètres de côté; il porte un fût de 8^m70 de hauteur, à partir duquel s'élève la cheminée proprement dite. L'usine étant située sur la rive gauche de la rivière, il faudra faire passer les carnaux sur un pont; leur longueur totale est de 984 mètres. Toute la construction doit être faite en briques. Le prix de la cheminée seule est estimé à 150 000 francs, et la dépense d'établissement des carnaux viendra à peu près le doubler. Le montage doit se faire à l'aide d'un élévateur manœuvré par une machine qu'on déplacera au fur et à mesure que les ouvriers s'élèveront.

Projet d'une Tour Eiffel en glace à Montréal.

Nous avons précédemment décrit (1) l'un des palais de glace que les habitants de Montréal élèvent chaque année pendant le carnaval; aujourd'hui, la faveur a changé, et, comme on pouvait s'y attendre, c'est du côté d'une tour Eiffel qu'elle penche. Nos amis du Canada manifestent, en effet, l'intention d'en élever une de 80 mètres de hauteur avec illumination à la lumière électrique pendant la nuit, et feux d'artifice tirés tous les soirs de la seconde plate-forme. Nous souhaitons à cette imitation tout le succès que méritent l'initiative et la sympathie de la « France de l'Ouest ».

Réparation d'un câble sous-marin.

Le câble sous-marin de Rockport, appartenant à la « Commercial Cable Co », avait été atteint pendant la tempête du 27 novembre 1888 par l'ancre d'un schooner de pêche, qui y demeura accrochée durant 48 heures. Lorsqu'on releva le câble pour le réparer, on constata qu'elle l'avait entamé sur une longueur de 350 mètres environ, en commençant par détruire l'enveloppe extérieure de jute et du composé isolant, puis brisé l'un des torons de l'armature métallique, enfin, refoulé quelques-uns de ces fils dans la garniture intérieure, de manière à atteindre l'un des conducteurs. La figure ci-jointe rend compte de l'embrouil-



FIG. 1. — Accident survenu à un câble sous-marin.

lement des différentes parties du câble, qui étaient arrivées à former une masse inextricable. Heureusement, ce câble contenait deux conducteurs, dont le second, demeuré intact, a permis de continuer les communications, sauf pendant les quelques heures journellement consacrées aux réparations.

Les réparations ont été faites par le navire spécial le *Pouyer-Quertier*, appartenant à la C^{ie} du Télégraphe sous-marin de Paris à New-York. Le capitaine S. Fossard a conduit cette délicate opération avec tant d'habileté que, bien qu'on eût relevé deux milles et demi de câble, et qu'on les eût immergés à nouveau avec une vitesse de 4 nœuds à l'heure, on a constaté, après l'achèvement, que l'accroissement dans la longueur du câble n'était que de quelques mètres.

Le chauffage à la vapeur des wagons de voyageurs.

L'expérience que l'on a faite sur les lignes du réseau de l'Etat prussien a montré que le degré de chaleur dans les voitures d'un train diminue en raison directe de leur éloignement de la locomotive, la vapeur nécessaire au chauffage étant empruntée à la chaudière au moyen de tuyaux conducteurs; de sorte que ce genre de chauffage ne se fait pas sentir suffisamment dans les dernières voitures d'un long train. On vient de parer à cet inconvénient en intercalant un wagon spécial où se trouve une chaudière à vapeur desservie par un chauffeur; de cette façon, dans les longs trains, la première partie seulement est chauffée par la locomotive et la seconde par le wagon à chaudière.

Un wagon de 50 tonnes de capacité.

La tendance à augmenter sans cesse la charge des wagons à marchandises, dit le *Railway Age*, ne semble pas encore satisfaite. Après les wagons de 10, 20, 30 et même 40 tonnes, on est amené à en établir d'une capacité encore plus grande. La Compagnie Lehigh Valley a construit récemment un wagon à marchandises d'une capacité de 50 tonnes, lequel a porté une charge de 122 724 livres, c'est-à-dire plus de 61 tonnes. Le poids total du wagon est de 23 tonnes. Il mesure environ 11 mètres de long et se compose de deux trucs à six roues, ce qui fait que son énorme poids s'étend sur une certaine longueur. D'ailleurs, si l'on faisait un usage fréquent de wagons portant d'aussi fortes charges, les voies ne tarderaient pas à en subir les conséquences, mais le wagon en question n'a été construit qu'en vue du transport spécial et accidentel des lourdes machines.

(1) Voir le *Genie Civil*, tome III, n° 44, p. 241.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LA NOUVELLE-ZÉLANDE A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

En 1841, la Nouvelle-Zélande, qui était une dépendance politique de la Nouvelle-Galles du Sud (Australie), devenait une colonie distincte, et en 1853, alors que sa population blanche s'élevait à peine à une trentaine de mille personnes, elle cessait d'être une colonie de la « Couronne britannique », et prenait place au nombre des Etats constitutionnels de l'empire colonial anglais. C'est aujourd'hui une des principales colonies australasiennes et une des plus peuplées en proportion de son étendue.

On comprend sous le nom collectif de Nouvelle-Zélande les deux grandes îles de l'archipel des Maori séparées par le détroit de Cook et désignées par l'appellation d'île du Nord et d'île du Sud, et l'île de Stewart, de faibles dimensions, ainsi que quelques autres îles et îlots rocheux. L'ensemble de la Nouvelle-Zélande, orienté dans le sens du Nord-Est au Sud-Ouest, est compris entre 34° et 47° de latitude australe et entre 167° et 178° de longitude Est du méridien de Greenwich.

La superficie totale de la Nouvelle-Zélande est de 275 530 kilomètres carrés, c'est-à-dire environ la moitié de celle de la France; sa population est d'environ 700 000 habitants, y compris les indigènes Maori.

D'après quelques géologues, la Nouvelle-Zélande aurait été reliée anciennement à l'Australie, en formant un grand continent faisant équilibre à l'Afrique et à l'Amérique du Sud.

L'île du Milieu est la plus grande; une chaîne de montagnes élevées

Le réseau des chemins de fer en exploitation s'élevait, au 31 décembre 1887, à 2 930 kilomètres. La plupart des lignes ferrées ont été construites par le Gouvernement et lui appartiennent. De nombreuses routes carrossables relient les principaux centres de population des deux îles. Des bateaux à vapeur naviguent de port à port autour des îles et les unissent à l'Amérique et à l'Europe. La carte ci-jointe (fig. 4) donne l'indication des routes maritimes reliant la Nouvelle-Zélande aux différentes parties du globe, et la durée du trajet par les grands paquebots à vapeur.

L'agriculture joue un rôle important dans la production de la Nouvelle-Zélande; en 1887, l'on ne comptait pas moins de 33 500 fermes possédant un espace total de terrain de 7 640 000 hectares, qui se livraient à peu près aux mêmes cultures que celles de la Grande-Bretagne. En outre, la culture de la vigne y prend chaque année une extension de plus en plus rapide.

En 1887, on estimait la production des céréales à 206 000 hectolitres, et la superficie des terrains d'élevage des bestiaux et des pâturages à 4 456 650 hectares.

Le nombre des chevaux était de	188.000
— bêtes à cornes	854.000
— brebis	15.040.000

La valeur des laines exportées s'élève chaque année à plus de 80 millions de francs.

La conservation des viandes est une des industries prospères de la

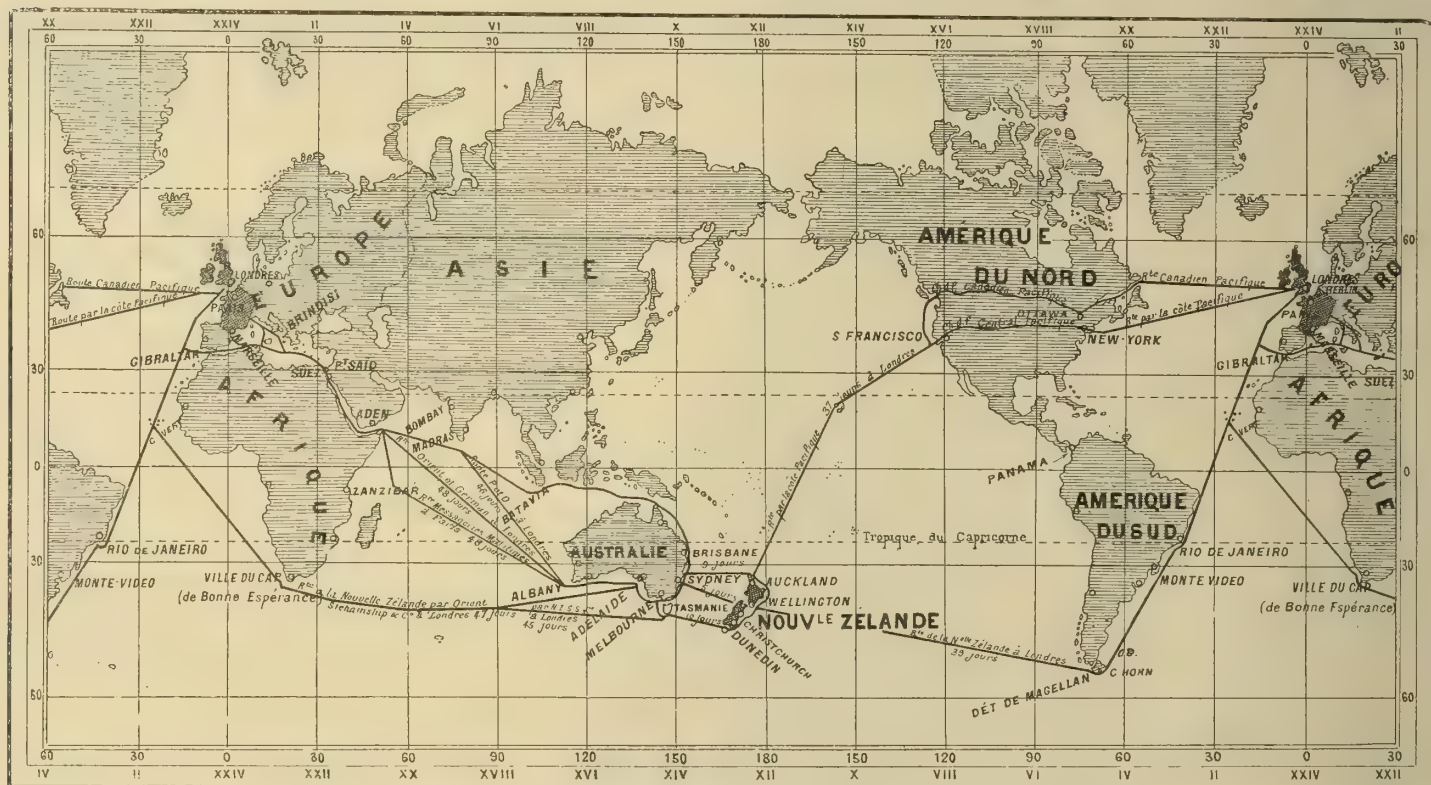


Fig. 4. — Indication des routes maritimes reliant la Nouvelle-Zélande aux différentes parties du globe.

qui la traverse dans toute sa longueur, ses rivages découpés par de nombreux fjords, et ses lacs profonds de l'intérieur la font ressembler aux régions montagneuses de la Scandinavie et lui ont valu l'appellation de « Norvège des antipodes », que lui donnent les touristes anglais qui vont la visiter en grand nombre depuis quelques années.

Les chaînons orientaux de l'île du Milieu se continuent de l'autre côté du détroit, dans l'île du Nord, et on y trouve aussi quelques volcans, dont celui du Tongarirō est presque toujours en état d'éruption.

Les tremblements de terre sont assez fréquents dans toutes les parties de la Nouvelle-Zélande. Le climat de l'île du Nord rappelle celui de l'Italie, tandis que pour l'île du Sud, il se rapprocherait assez du climat de l'Ecosse. D'une façon générale, le climat néo-zélandais est d'une remarquable salubrité; il n'y a jamais de brouillards, mais les vents sont fréquents sur certaines parties de la côte.

Les principales villes sont : Auckland, fondée en 1840 (60 000 habitants), qui est toujours la cité la plus peuplée, bien qu'elle ne soit plus la capitale; Wellington, la capitale actuelle (29 000 habitants); Dunedin (48 000 habitants); Christchurch (37 000 habitants).

Le commerce de la Nouvelle-Zélande était, en 1887, de :

Importations	156.137.875 francs.
Exportations	171.654.225 —
TOTAL	327.792.100 francs.

Le commerce extérieur atteint donc en moyenne plus de 550 francs par habitant; c'est-à-dire qu'il est plus considérable en proportion que celui des principales nations européennes.

Nouvelle-Zélande, et le nombre des moutons abattus et exportés, soit congelés, soit conservés, a été, en 1887, de 1 525 057.

Enfin les gisements miniers constituent une des principales richesses de ces îles, et les mines d'or surtout y sont exploitées avec beaucoup d'activité. On comptait qu'il y avait, en 1887, environ douze mille ouvriers, dont un quart de Chinois, qui travaillaient à tamiser les sables aurifères ou à briser les roches quartzieuses pour en extraire l'or, et un millier d'ouvriers occupés à l'exploitation des mines de houille.

Enfin, la Nouvelle-Zélande a déjà de grandes manufactures, comme l'Angleterre, et fabrique ses navires, ses locomotives et ses wagons.

Participation à l'Exposition universelle de 1889. — L'exposition de la Nouvelle-Zélande était fort intéressante et a été très remarquée, car la colonisation est en pleine voie de prospérité dans ce pays.

Une Commission nommée par le gouvernement colonial, et dont le président était sir Francis Dillon Bell, avait été chargée de l'organisation de la section Néo-Zélandaise. Les produits exposés étaient répartis sur deux emplacements distincts, situés, l'un dans le Palais des industries diverses (section de la Grande-Bretagne et de ses colonies), et l'autre au quai d'Orsay, à côté de l'exposition de Victoria (Australie) et de la Tasmanie.

Au Champ de Mars, l'exposition de la Nouvelle-Zélande était représentée par des échantillons de minerais d'or, d'argent, de cuivre, de charbon, etc., par des spécimens remarquables de la faune indigène (oiseaux et quadrupèdes empaillés); par des échantillons nombreux de laines, par diverses essences forestières, etc.

L'exploitation de l'or constituant, après la laine, le principal revenu de ce pays, nous donnerons quelques renseignements sommaires sur les principaux gisements miniers.

Bien que quelques minerais d'or fussent connus dans l'île du Nord, dès 1842, ce n'est guère qu'en 1852, lors de la découverte des mines de quartz aurifère, dans les districts de Coromandel et de Thames, que l'exploitation de l'or a commencé d'une manière sérieuse. En divers points de ces districts, on a découvert des filons et trouvé de l'or à tous les niveaux de la chaîne de montagnes, depuis quelques centaines de pieds au-dessous du niveau de la mer, jusqu'à une altitude de 2000 pieds.

La quantité d'or qui a été obtenue dans quelques-uns de ces gisements de quartz aurifère est très grande; une proportion uniforme de six onces à la tonne a été trouvée sur des longueurs parfois assez grandes, et quelquefois on a rencontré des poches donnant jusqu'à 600 onces à la tonne. De pareils gisements sont toutefois très rares en Nouvelle-Zélande comme ailleurs.

On exploite aussi activement des gîtes aurifères au milieu des formations schisteuses de l'Otago, et on les rencontre à toutes les altitudes, depuis le niveau de la mer jusqu'à une hauteur de 7 400 pieds. La mine d'or la plus élevée des colonies australiennes a été ouverte à l'exploitation en 1878, sur le sommet de l'*Advance Peak*, près du lac Wakatipu.

Signalons plusieurs gisements (*reefs*) découverts dans les régions aurifères du Westland, entre autres un *reef* de stibnite aurifère, non loin de Greymouth, qui produit depuis 4 onces jusqu'à 99 onces d'or à la tonne.

Les gisements alluvionnels d'or se trouvent en grande partie dans l'île du Sud, dans les districts d'Otago, de Westland et de Nelson, pour lesquels les travaux d'exploitation portent sur une superficie de plus de 20 000 milles carrés. Les gisements de Collingwood, découverts en 1858, ceux d'Otago en 1861, et les placers des environs de Hokitika provoquèrent une grande affluence de mineurs en Nouvelle-Zélande.

En plusieurs endroits, les plages de la mer sont très aurifères; mais on n'a encore guère exploité que les parties supérieures des bancs que vient recouvrir l'eau de la mer. L'installation toute récente de deux appareils de dragage va permettre d'exploiter avec profit toutes les autres parties plus profondes.

La valeur de l'or exporté de la Nouvelle-Zélande, de 1857 au 31 décembre 1888 inclusivement, est de 44 956 885 livres sterling, soit 1 123 922 125 francs.

Dans ces dernières années, on a ouvert plusieurs usines de galène argentifère, donnant de 20 jusqu'à 220 onces d'argent par tonne. Parfois, la galène renferme de la pyrite de fer ayant une teneur très élevée en or. Dans le district de Nelson, près du mont Richmond, on a trouvé, tout récemment, un minerai complexe d'argent, d'antimoine, de zinc, de bismuth et de cuivre; la proportion d'argent varierait de 20 à 1 750 onces à la tonne. La quantité totale d'argent exportée de la Nouvelle-Zélande, de 1869 (époque où eut lieu la première exportation) jusqu'au 31 décembre 1879, s'est élevée à 490 808 onces, donnant une valeur de 124 721 livres sterling ou 3 118 025 francs.

Bien que l'on ait découvert un grand nombre de variétés de minerais de fer, particulièrement sur la côte occidentale des deux îles, il n'y a pas eu, jusqu'à présent, d'exploitation proprement dite pour le fer.

Enfin, il existe des minerais de chrome, de plomb, de zinc, d'antimoine et de manganèse.

A signaler aussi l'importance des mines de charbon des provinces d'Auckland, de Nelson, d'Otago, de Westland. Au mont Rochfort, ou mines de Buller, les couches de houille se trouvent situées sur un haut plateau, à une altitude variant de 900 à 3 000 pieds au-dessus du niveau de la mer. Un chemin de fer, de 17 milles de longueur, longe la plaine et vient aboutir à la base même des hauteurs où se trouve le gîte houiller. Des plans inclinés, avec câbles en acier, descendent le charbon d'une altitude de 2 000 pieds.

Dans la mine de charbon de Brunner, sur le Grey River (district de Westland), la puissance de la couche atteint 18 pieds, et l'on a constaté son extension sur une longueur d'un tiers de mille sans interruption. On évalue à plus de quatre millions de tonnes, la masse de charbon contenue dans ce gîte.

La production totale de la colonie, jusqu'à ce jour, a été de plus de 5 millions de tonnes de charbon. La consommation totale du charbon, en Nouvelle-Zélande, pour l'année 1887, s'est élevée à 665 850 tonnes, dont 558 620 tonnes provenant des mines du pays; le surplus avait été importé de la Nouvelle-Galles du Sud.

On a trouvé aussi des huiles minérales de trois qualités différentes, dont l'une, provenant de Waiapu (Poverty Bay), est une véritable huile de paraffine, semblable à celle du Canada.

On évalue à 1 274 526 000 francs, la valeur totale des minerais extraits en Nouvelle-Zélande, de 1857 à fin décembre 1888.

La partie de l'exposition de la Nouvelle-Zélande située au quai d'Orsay, dans l'emplacement réservé aux sections australiennes, était surtout consacrée aux produits de l'industrie vinicole. La vigne réussit très bien dans ce pays, et si la production du vin n'y est pas encore très développée, tout fait prévoir que dans peu d'années on aura créé, dans les deux îles, un grand nombre de vignobles importants. Le climat s'y prête et se rapproche de celui d'autres contrées où la viticulture a pris un magnifique développement.

La production des alcools est aussi appelée à un grand avenir dans la Nouvelle-Zélande. On y fabrique actuellement beaucoup de bières de bonne qualité et pouvant rivaliser avec les meilleurs produits européens.

Terminons en disant qu'une exposition internationale s'est ouverte à Dunedin (île du Sud), le 26 novembre 1889. Toutes les colonies

australien y sont largement représentées, et si l'Europe n'y a pas envoyé beaucoup de produits, nous devons pourtant y mentionner l'existence d'une petite section française, où les principaux articles représentés sont les vins, les spiritueux et les pianos.

Cette exposition, organisée par les habitants de Dunedin et à leurs frais (le gouvernement colonial y a contribué simplement par une subvention de 300 000 francs) prouve bien que la Nouvelle-Zélande est en pleine voie de prospérité.

R. GENTILINI,
Ingénieur.

LA CÉRAMIQUE (CLASSE 20)

Dans la classe 20 était réuni, sous le nom général de *céramique*, tout ce qui concerne l'art et l'industrie de modeler et de cuire la terre, c'est-à-dire les matières premières nécessaires à la fabrication et à la confection des produits de cette industrie et de cet art, leurs produits mêmes et enfin quelques appareils et engins s'y rattachant le plus directement.

Quoiqu'il soit bien difficile d'établir une classification nette entre les différents produits que nous avons à examiner, nous croyons, pour faciliter cette étude, devoir procéder dans l'ordre suivant :

I.

Porcelaines et faïences d'art.
Porcelaines de table et de toilette.
Fleurs en porcelaine.
Emaux } en marbre, en émail.
Mosaïques }
Grès cérames.

II. — Céramiques de bâtiment et de construction et accessoires.

Lave émaillée.
Panneaux décoratifs, cheminées.
Briques, tuiles et poteries en carreaux } porcelaine, terre cuite,
grès et ciment.
Accessoires de fumisterie et de canalisations.

PREMIÈRE PARTIE

Porcelaines et faïences d'art. — Les principaux pays produisant des porcelaines et faïences d'art sont, pour l'Europe : la France, la Grande-Bretagne, l'Allemagne (1), le Danemark, la Belgique, les Pays-Bas, l'Autriche, l'Italie et la principauté de Monaco; en Asie, la Chine et le Japon, et enfin les Etats-Unis d'Amérique.

Il en est de la céramique d'art comme de toute espèce d'art proprement dit dont la connaissance remonte à la plus haute antiquité : les progrès réalisés, les nouveautés introduites sont difficiles à définir. Les changements apportés résident plutôt dans la forme et la composition que dans la nature du produit; la forme et la composition sont soumises à l'influence et à la variation de la mode, aux goûts particuliers des diverses nations, et le plus souvent, plutôt que de s'ingénier à apporter des éléments nouveaux, la tendance générale est de retourner aux formes anciennes et de chercher à retrouver même les procédés de fabrication dont quelques-uns de nos ancêtres, en disparaissant, ont emporté le secret.

Ainsi la porcelaine que Sèvres a appelée *nouvelle*, ne serait, d'après M. Lauth lui-même, autre chose qu'une composition déjà connue des Chinois.

Avant de passer à l'examen des expositions des différentes nations, nous croyons intéressant de reproduire ici le tableau comparatif des droits de douane perçus dans les divers pays sur les faïences et porcelaines de provenance étrangère.

Droits de douane perçus dans les diverses nations sur les faïences et les porcelaines.

Nations	Faïence blanche	Faïence décorée	Porcelaine blanche	Porcelaine décorée
Allemagne . . .	12.50	20	17.50	37.50
Angleterre . . .	exempt	exempt	exempt	exempt
Autriche . . .	12.50	20	17.50	37.50
Belgique . . .	10	10	10	10
Bresil . . .	25.30	—	85.20	—
Danemark . . .	17.50	46.80	46.80	93.60
Espagne . . .	26.58	26.58	37.50	37.50
Etats-Unis . . .	60	—	55	60
France . . .	8	12	10	50
Grèce . . .	exempt	exempt	14.06	35.16
Italie . . .	12	18	12	32
Pays-Bas . . .	5	5	5	5
Portugal . . .	11	56	112	112.80
Russie . . .	20.75	61.05	107.43	429.74
Serbie . . .	6	6	6	6
Suède . . .	14	22	14	65
Suisse . . .	16	16	16	16
Turquie . . .	8	8	8	8

I. FRANCE. — Manufacture nationale de Sèvres. — Nous n'avons pas à faire ici l'historique de notre célèbre manufacture nationale, si universellement connue; rappelons seulement que Sèvres est une fabrique d'objets d'art et une école de céramique. Fondée en 1745 à Vincennes, par Orry de Fulvy, elle fut transformée en 1753 en manufacture royale et transférée à Sèvres.

(1) L'Allemagne, on le sait, n'a pas pris part à l'Exposition de 1889.

Les objets exposés par la manufacture peuvent, d'après la matière qui les compose, être rangés en quatre catégories :

- 1^{re} Porcelaine dure;
- 2^e Porcelaine nouvelle } Biscuits ;
- 3^e Grosse porcelaine ; } Flambés ;
- 4^e Porcelaine tendre nouvelle.

1^{re} *Porcelaine dure*. — La porcelaine dure, dont la composition fut établie définitivement par Brongniart, qui lui donna, en 1836, une formule scientifique encore aujourd'hui en usage, est produite avec une argile blanche, le kaolin, à laquelle on associe, en proportion déterminée, la pegmatite (roche naturelle), qui agit comme fondant pour lui donner la transparence. La couverte (1) de la pâte est préparée avec cette même pegmatite; en un mot, tous les éléments constitutifs de la porcelaine dure sont fournis directement par la nature.

L'on a pu admirer, tant dans le salon réservé à la Manufacture que sous le Dôme Central, les deux vases de la *Vendange*, à fond blanc vermiculé, à rinceaux et chrysanthèmes en pâtes de couleurs, rehaussées d'or, composés et exécutés par M^{me} Escallier; le magnifique vase à fond blanc et garniture en bronze doré, dont la forme fut dessinée par M. Chéret, et qui a été coulé par M. Constant Renard, et enfin le vase Bullant, représentant un *Cortège triomphal*, de Mantegna, exécuté par M. Archelais, sur la forme de feu Carrier-Belleuse, ancien directeur des travaux d'art à Sèvres.

2^e *Porcelaine nouvelle*. — Nous avons défini la porcelaine dure; avant de signaler les belles pièces en porcelaine nouvelle, nous croyons utile d'expliquer ce qu'est exactement cette porcelaine, et d'indiquer en quoi elle diffère de la porcelaine dure et de la porcelaine tendre ancienne.

La *porcelaine tendre*, ainsi nommée parce qu'elle ne présente au frottement qu'une résistance assez faible (les corps durs la rayent aisément), est fabriquée à une température relativement peu élevée; c'est une matière artificielle, c'est dans le laboratoire que l'on prépare et sa pâte et sa couverte (verniss). Il en résulte que les couleurs céramiques, qui sont de même nature que la couverte et possèdent le même degré de fusibilité, se mélangent intimement à cette couverte et la pénètrent, tandis qu'elles ne peuvent que se fixer à la surface de la roche infiniment plus dure, qui constitue l'épiderme de la porcelaine dure; de là des différences très sensibles en faveur de la porcelaine dure, dans la chaleur et l'intensité des tons que la peinture prend après la cuisson.

M. Lauth, l'éminent céramiste, ancien administrateur de la manufacture, s'était proposé de créer une porcelaine analogue à celle de la Chine, permettant de supprimer les pâtes de couleurs et propre à être recouverte de vrais émaux transparents de grand feu et de demi-grand feu, contrairement à la porcelaine dure ordinaire, qui se refuse absolument à ce genre de décoration.

La fabrication d'une porcelaine répondant à ce désir fut, après les recherches de M. Lauth, établie à Sèvres sous le nom de *porcelaine nouvelle*; le succès qu'elle obtint, en 1884, à l'Exposition des Arts décoratifs, la fit adopter définitivement. Couvertes, émaux transparents de four et de demi-grand feu peuvent orner cette porcelaine, dont l'effet décoratif ne le cède en rien à celle de la Chine. La porcelaine nouvelle fait maintenant partie de la fabrication courante de la manufacture.

Voici quelques chiffres extraits de l'ouvrage de M. Lauth sur la porcelaine (2), montrant les différences de composition des diverses pâtes de porcelaine :

Porcelaine dure de Sèvres (cuite).	Porcelaine de Chine (cuite).	
Silice 58.0	Silice 70	Ces chiffres sont approximatifs.
Alumine 34.5	Alumine 25	
Chaux 4.5	Potasse et soude 5	
Potasse 3.0		
100.0	100	

La porcelaine de Chine diffère donc de la porcelaine dure en ce qu'elle contient beaucoup plus de silice, moins d'alumine, qu'elle est alcaline et qu'elle ne renferme pas trace de chaux.

La *pâte nouvelle* renferme :

Silice	64.03	ou	71
Alumine	28.92	ou	23
Soude et potasse	7.05	ou	6
	100.00		100

Suivant la nature des pièces à fabriquer, l'on emploie l'un ou l'autre de ces dosages.

Voici maintenant la composition des couvertes (cuites) de Sèvres et de la Chine, ainsi que celle qui a été adoptée pour la porcelaine nouvelle :

	Porcelaine dure de Sèvres.	Porcelaine de Chine.	Porcelaine nouvelle.
Silice	70.64	68	66.56
Alumine et fer	17.60	12	14.23
Chaux	1.31	14	15.51
Potasse et soude	9.39	6	3.59
Eau et matières volatiles	0.34	"	"
	99.28	100	99.89

(1) Les couvertes sont des enduits terreux vitrifiables qui, appliqués sur une pâte de porcelaine, lui donnent sa couleur et son éclat caractéristiques; elles se distinguent des vernis et des émaux par leur dureté, ainsi que par leur point de fusion élevé, qui est égal ou presque égal au point de cuisson de la pâte.

(Ouvrage de M. Lauth sur la porcelaine.)

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XII, n° 48, p. 278; n° 49, p. 291; n° 20, p. 306; n° 21, p. 332; n° 22, p. 344; n° 23, p. 359; n° 24, p. 370; tome XIII, n° 42, p. 487; n° 43, p. 500 et n° 44, p. 514.

Le point de cuisson de la porcelaine nouvelle a lieu aux environs de 1350 degrés, tandis qu'il est légèrement supérieur à 1500 degrés pour la porcelaine dure.

Il résulte de ces chiffres et des résultats consacrés par l'expérience, que la porcelaine nouvelle est à la fois plus solide (elle résiste à l'acier) que la porcelaine tendre, et plus plastique que la porcelaine dure, et se prête par conséquent mieux que cette dernière au moulage et au modelage. D'après M. du Sartel, « sa couverte, blanche, bien glacée et d'une transparence parfaite, adhère en couche plus épaisse que la couverte de la porcelaine dure, ce qui donne à la *nouvelle porcelaine* la douceur des pâtes tendres et multiplie les reflets et les jeux de lumière sous les couleurs et les émaux. »

Enfin, et c'est là le point le plus important, la cuisson s'opérant à une température plus basse, la fabrication est plus facile et moins coûteuse, avantage incontestable au point de vue industriel. De plus, le feu relativement moins destructeur permet, pour la décoration, l'emploi d'un certain nombre de couleurs qui se détruiraient et disparaîtraient à la température de cuisson de la porcelaine dure; parmi ces couleurs se trouvent celles qui dérivent du *cuivre*; l'une est ce rouge qui donne les *flambés* (4) si merveilleux des porcelaines de Chine. De plus, à la température de 1350 degrés, l'aluminate et le silicate de cobalt donnent des bleus sous couverte d'une fixité suffisante; enfin, on peut, sans adjonction d'oxydes colorants, en introduisant dans la pâte une argile contenant du fer en quantité infinitésimale, donner à la porcelaine la teinte *céladon* (2) par l'action de courants savamment conduits pendant la cuisson.

En résumé, la porcelaine nouvelle, sans remplacer la porcelaine tendre ou la porcelaine dure, sans même leur faire concurrence, apporte aux procédés décoratifs existants une note nouvelle, et a permis de retrouver toute cette gamme de tons si admirés dans les productions anciennes.

L'on a pu juger de ces résultats à l'Exposition, où, à côté de plus de trois cents pièces à fonds de couleurs si variées ou décorées d'émaux blancs ou polychromes, se trouvaient des biscuits de porcelaine nouvelle, tels que le « Groupe des Paons », du sculpteur Cain, pièce de près de 3 mètres de hauteur, où les plus grandes difficultés de moulage et de montage ont été vaincues. Citons encore « la Torchère » et les trois groupes « Départ, Triomphe et Retour », par Carrier-Belleuse, et enfin toute une collection de vases à fond *flambé*.

3^e *Grosse Porcelaine*. — La grosse porcelaine est une innovation de M. Th. Deck, l'administrateur actuel de la manufacture; elle est surtout destinée à la création de vases d'un ordre spécial, tels que : caisses à fleurs, vasques et vases de jardins. La pâte, dont nous ignorons la composition, aurait plus de plasticité que toute autre, ce qui permet de la manier rapidement, d'employer à la décoration des pièces des artistes statuaires non initiés à l'art de la céramique.

Quoi qu'il en soit, à en juger d'après les exemples que l'Exposition nous a mis sous les yeux, la *grosse porcelaine* ne paraît pas encore avoir donné tous les résultats que M. Deck en attendait; néanmoins, l'on conçoit que, pour un certain genre de pièces, elle soit appelée à rendre de grands services. Dans le petit nombre de pièces exposées, on remarquait quelques céladons assez réussis.

4^e *Porcelaine tendre nouvelle*. — Depuis peu, la manufacture a repris la fabrication de la porcelaine tendre, en variant légèrement son ancienne composition. On remarquait, en porcelaine tendre nouvelle, un certain nombre de vases et de services à très beaux fonds bleu turquoise.

Expositions diverses. — L'exposition particulière de M. Th. Deck était surtout remarquable par ses céladons, ses ors et ses superbes plats décoratifs à fond d'or sous couverte et à émaux cloisonnés peints par des maîtres tels que Raphaël Collin, Helleu, Aucker, etc.; ces plats, véritables chefs-d'œuvre de céramique, dont la cuisson exige les plus grands soins, placent M. Deck au premier rang des faïenciers français.

M. Massier exposait de belles imitations et des reproductions très fidèles d'objets de style mauresque et persan. Ses vases, vasques et plats à reflets métalliques (3) ont été très admirés.

L'exposition de M. Gallé a obtenu un succès des plus mérités. Ses compositions originales sont inspirées de la flore paléontologique ancienne; ses vases et ses coupes sont ornés de fleurs naturelles. M. Gallé possède une palette d'émailleur très riche et qui lui est propre; les émaux, mélangés savamment aux oxydations et aux marbrures, marquent toutes ses œuvres d'un cachet tout spécial, que l'on retrouve dans ses verreries et ses meubles.

M. Montagnon a le mérite d'avoir repris, à Nevers, la fabrication délaissée de la faïence nivernaise, autrefois si célèbre, et d'avoir rendu à cette faïence son caractère éminemment décoratif. Son exposition abondait en reproductions de pièces anciennes, dont on admire les originaux dans les musées de Cluny et du Louvre; c'était un véritable résumé de l'histoire de la faïence française, depuis le temps où la fabrication d'Italie fut importée par les ducs de Nevers dans la ville capitale de leur province.

(4) Les flambés, ou flambés, ou rouges de grand feu, sont les couleurs et couvertes colorées qu'on n'obtient qu'avec les dérivés du cuivre, et se distinguent des rouges obtenus avec l'oxyde de fer en ce que ces derniers ne supportent que les feux de moufle. (Ouvrage de M. Lauth.)

(2) Le céladon (céladon de fer), produit en atmosphère réductrice, est une des couvertes les plus délicates de la palette chinoise; elle a un ton vert bleuâtre très fin, qui prend à la lumière artificielle des nuances douces et harmonieuses. (Ouvrage de M. Lauth.)

(3) Pour obtenir ces lustres métalliques, on grille un mélange d'ocre et un composé de cuivre argentifère (de l'oxalate de cuivre généralement); le mélange grillé est appliqué au pinceau sur le vernis plombifère de la pâte déjà cuite en biscuit, et le tout est soumis à un troisième feu réducteur; on soumet la pièce à un lavage qui fait disparaître la boue d'ocre. Les reflets apparaissent alors; les rouges sont dus au cuivre, les jaunes à l'argent.

Enfin, les expositions de MM. Aubry, Delaherche, Samson et Jouneau, méritaient également d'être mentionnées.

II. GRANDE-BRETAGNE. — L'Angleterre était bien représentée par les célèbres maisons Brown Westhead Moore, Capeland et Doulton. La porcelaine anglaise (1), quoique de très belle qualité et souvent décorée avec goût, ne fait point concurrence à la porcelaine française, d'un prix bien moindre. Parmi les porcelaines artistiques, une œuvre qui a plus particulièrement attiré l'attention, est un grand vase dont les pièces juxtaposées atteignent 3^m 20 de hauteur et 2 mètres de diamètre; il était exposé par la maison Brownfield. Cette pièce, signée du sculpteur français A. Carrier, représente la Terre recevant de la Nature les dons de l'Abondance en grains, en fruits et en fleurs; autour de la planète, quatre figures de femmes symbolisent les saisons, et, dans le piédestal, une foule d'enfants habilement groupés, forme une frise très mouvementée.

Dans l'exposition de Doulton, nous avons beaucoup apprécié ses grès pâte sur pâte de différents tons, les grès non émaillés dits « Silicon », les pâtes incrustées, produits dans sa faïencerie artistique de Lambeth; toutes ces pièces sont exécutées avec le soin le plus minutieux, et sont d'une réussite très difficile, en raison de la température de cuisson très élevée.

III. DANEMARK. — Dans la section danoise figuraient deux expositions très remarquables:

1^o La Manufacture royale de Copenhague a fait un grand pas et donné à l'art de la céramique un essor nouveau, une poussée qui ne laissera pas d'exercer une grande influence sur les artistes de toutes les nations. Les Danois sont surtout impressionnistes, les sujets dont ils décorent leurs porcelaines, cuites au grand feu sans émail, sont simples et charmants: des oiseaux, fleurs, insectes, poissons, de lointaines perspectives remplies d'une foule de détails adorables de perfection, la vague déferlant avec fureur sur la côte, des sous-bois, de ravissants effets de neige, le tout en deux couleurs, bleu et blanc.

2^o Les porcelaines d'art de Bing et Grøndhal maintiennent la réputation de cette maison à son ancien niveau.

IV. BELGIQUE. — On remarquait quelques faïences d'art dans l'exposition de MM. Boch frères, où l'art céramique était représenté dans ses productions variées et multiples: faïences fines blanches, imprimées et décorées; faïences de fantaisie, majoliques, faïences stannifères, imitations de faïences de Delft en camaïeu bleu et polychromes, imitations très réussies de faïences de Rhodes. Cette exposition abondait surtout en pièces difficiles d'exécution, telles que: cages d'oiseaux, instruments de musique, plats de grandes dimensions en imitation de vieux Rouen, etc.

Signalons encore dans la section belge l'exposition de M. A. Mouzin.

V. PAYS-BAS. — MM. Joost Thoof et Labouchère exposaient, à côté de belles imitations en camaïeu de vieux Delft, d'amusants et remarquables revêtements de cheminée signés Lecomte.

VI. AUTRICHE-HONGRIE. — Dans l'exposition autrichienne, on remarquait principalement les majoliques de Fischer et les jolies imitations d'ivoire en porcelaine de Stellmacher.

VII. ITALIE. — Dans la section italienne, nous n'avons guère à signaler que les faïences à reflets métalliques de Cantagalli. Le grand nombre de terres cuites intitulées artistiques, exécutées toutes dans une note humoristique peut-être amusante, ne peuvent guère être qualifiées du nom de céramiques d'art.

VIII. PRINCIPAUTÉ DE MONACO. — La Société industrielle et artistique de Monaco exposait un certain nombre de vases, vasques, corbeilles et jardinières d'un sentiment assez original; le gracieux pavillon qui abritait cette exposition était orné de produits de la Société.

XI. CHINE. — Personne n'ignore que la Chine a été le berceau de l'industrie céramique; certains historiens font remonter à 2600 ans avant Jésus-Christ les origines de la fabrication de la porcelaine chinoise. La Manufacture impériale chinoise de Tchang-Nan date de l'an 625. S'il est vrai que l'art céramique a eu en Chine un beau passé historique, il faut constater avec regret que le présent, si l'exposition permet de formuler un jugement, n'est guère brillant. La Chine était représentée au Champ de Mars par les produits de trois exposants, marchands et non fabricants.

X. JAPON. — La fabrication de la porcelaine est presque aussi ancienne au Japon qu'en Chine; ce n'est pourtant qu'en 1200 environ qu'elle prit un développement important, lorsque les Japonais réussirent à s'emparer des procédés chinois. Actuellement, à l'inverse des Chinois, les Japonais sont en grand progrès; leurs qualités, maîtresses, patience et conscience, qualités qui deviennent presque des vertus en matière d'art, se retrouvent dans toutes leurs productions, où ils mélangent avec un art infini les émaux, les ors, les cloisonnements et les reflets métalliques. Leurs peintures sur émail, quoique naïves, sont pleines de charme, et l'on conçoit l'engouement général qui, depuis ces dernières années, a permis l'envahissement de tous les marchés européens par les porcelaines japonaises.

Le Japon comptait à l'Exposition plus de quarante exposants. Citons, parmi les plus remarquables, les expositions de Hiochiyen, Koransha et Miyokawa.

XI. ÉTATS-UNIS. — Le Japon a exercé une grande influence, au

point de vue artistique, sur les États-Unis, et c'est tout récemment, en 1880, à la suite de la belle exposition de céramique que les Japonais firent en 1876 à Philadelphie, que fut fondée la Poterie de Rookwood (à Cincinnati), à laquelle on adjoignit, au début, une école de peinture sur poterie.

Les vases de Rookwood, colorés et peints sous émail, sont fabriqués avec une terre tirée des carrières de la vallée de l'Ohio. A l'exception d'un Japonais, tous les artistes employés à la décoration sont d'anciens élèves de l'École des Beaux-Arts de Cincinnati. Ces décorations, presque uniquement composées de fleurs, insectes et coquillages, se détachent très gracieusement sur des fonds colorés de tons d'une réelle beauté.

A. MOSTICKER,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Diplôme des récompenses. — Par suite d'un accident dont a été victime M. Waltner, le graveur choisi au concours, les exemplaires du diplôme de M. Galland, destinés aux exposants récompensés, ne pourront être remis à l'administration de l'Exposition qu'à la date du 1^{er} mars, alors qu'ils auraient déjà dû être livrés depuis le 1^{er} janvier.

Quoi qu'il en soit, les diplômes seront entièrement distribués, d'après toutes les prévisions, à la date du 31 août. A cette date également auront été distribuées toutes les médailles de bronze qui accompagneront les diplômes portant les récompenses supérieures à la mention honorable.

Rapports des délégués anglais à l'Exposition. — Les ouvriers anglais avaient envoyé un certain nombre de délégués à l'Exposition. Ces délégués ont rédigé des rapports sur les différentes sections qui les concernaient respectivement; quelques-unes de ces études renferment des appréciations intéressantes.

Le rapporteur de la *dorure sur bois* a été surtout frappé par les petits meubles au vernis Martin, ou dorure à la poudre de bronze. Ce procédé est encore peu connu en Angleterre; le délégué anglais le recommande à ses compatriotes comme un de ceux qui donnaient le plus d'éclat à la section française et lui fournissaient ses modèles les plus élégants. D'après lui, le doreur français a plus d'imagination et de hardiesse que le doreur anglais; aussi obtient-il des résultats incomparablement supérieurs. « Ce n'est pas seulement dans le traitement artistique du brunissage qu'il excelle: son œil a l'habitude des belles formes et son goût est au niveau de son habileté technique; il sait respecter l'œuvre du sculpteur, adapter son travail aux lignes générales du sujet, en observer et au besoin en souligner les contours, servir, en un mot, et traduire avec fidélité le sentiment propre de l'auteur. »

Le même délégué a visité plusieurs ateliers parisiens de dorure. Il lui a paru qu'en général les matières premières y sont de meilleure qualité qu'à Londres: la colle est plus légère, le blanc plus fin, le jaune plus onctueux. Les méthodes sont aussi différentes et, à son avis, préférables à celles de l'ouvrier anglais. Par exemple, la dorure à l'eau s'exécute sur un chevalet, ce qui la rend plus régulière et permet un séchage plus rapide. Les prix de revient sont à peu près les mêmes dans les deux capitales, ce qui équivaut à dire que pour la même somme on obtient à Paris des produits sensiblement supérieurs.

Un autre délégué constate dans son rapport que la *sculpture sur pierre* était assez pauvrement représentée à l'Exposition; on n'y voyait guère que quelques autels d'église et un certain nombre de cheminées, en général médiocres.

Dans ses promenades à travers Paris, il a surtout été frappé de la monotonie des sujets sculpturaux appliqués à la décoration des façades des maisons; il n'a rien vu dans les travaux courants qui lui paraisse valoir la peine d'être relevé et, tout compte fait, il estime que la sculpture architecturale a réalisé, dans les vingt dernières années, relativement plus de progrès à Londres qu'à Paris. Il ajoute toutefois qu'au point de vue de la propreté et du fini de l'ouvrage, Paris maintient sa supériorité. Le résultat s'explique d'après lui par ce fait que chez nous le sculpteur en pierre traite directement avec l'architecte, tandis qu'à Londres les intermédiaires retiennent le plus clair du profit, ce qui empêche le travail d'être rémunérateur et par suite conduit l'ouvrier à l'expédier trop vite.

Les procédés techniques sont aussi bien meilleurs en France: par exemple, l'ouvrier parisien travaille toujours d'après le modèle, tandis que son confrère de Londres n'a qu'un croquis, souvent même de simples indications verbales.

La pierre employée à Londres dans les constructions est beaucoup plus dure que celle de Paris, ce qui nécessite des outils infiniment plus puissants. Ceux qu'on met en œuvre dans les ateliers français ne seraient en Angleterre d'aucun usage.

Ajoutons que ce même rapporteur signale la sobriété comme étant l'un des traits les plus remarquables chez l'ouvrier parisien. « Tout le monde boit du vin à Paris, dit-il, mais presque personne n'en boit outre mesure. En deux semaines de séjour, je n'ai vu qu'un seul homme légèrement pris de boisson, sur des milliers avec qui je me suis trouvé en contact. Voilà un exemple que l'ouvrier anglais ferait bien de suivre. »

(1) C'est une porcelaine artificielle intermédiaire entre la pâte dure et la pâte tendre françaises; son élément fusible, qui entre pour 45 % dans sa composition, est le phosphate de chaux (PhO₂. CaO).

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 16 décembre 1889.

Physique. — Sur une méthode générale de virage des épreuves photographiques aux sels d'argent, au platine et aux métaux du groupe du platine. Note de M. Pierre MERCIER.

Les essais tentés jusqu'à ce jour, pour réaliser le virage au platine des épreuves à l'argent, n'avaient pas donné de résultats satisfaisants. Avec les sels de platine au maximum, l'image est rongée et disparaît, car l'argent qui la constitue passe à l'état de chlorure sans qu'un dépôt de platine vienne le remplacer.

Mais si l'on prend une solution de sel de platine au minimum, et que, contrairement au mode de préparation des virages à l'or, on y ajoute un acide, minéral ou organique, celui-ci diminuant probablement la stabilité du sel platineux en présence de l'argent, les épreuves plongées dans la solution virent rapidement jusqu'au noir, en passant par des tons pourpres très agréables. Deux atomes d'argent sont remplacés par un atome de platine.

Les sels des métaux appartenant au groupe du platine donnent des résultats semblables. Le palladium, l'iridium, l'osmium, fournissent, dans les mêmes conditions que le platine, des virages particuliers, et le mode général de ces bains peut être résumé dans la règle suivante, qui ne paraît pas souffrir d'exception :

Tout virage au platine ou aux métaux du groupe du platine doit être acide et avoir pour base un sel au minimum.

L'auteur termine sa communication en donnant une formule de virage au platine, avec quelques observations sur le virage au rhodium, au ruthénium, au palladium, à l'iridium et à l'osmium.

Chimie. — 1° Sur la couleur et sur le spectre du fluor. Note de M. Henri MOISSAN, présentée par M. Troost.

M. Henri Moissan, poursuivant ses recherches sur le fluor, présente à l'Académie une note sur la couleur et le spectre de ce corps. Pour déterminer sa couleur, il s'est servi de tubes en platine de 0^m50 et 1 mètre de longueur, fermés par des plaquettes de fluorine tout à fait transparentes. Sur une épaisseur de 0^m50, le fluor possède une couleur jaune verdâtre très nette, beaucoup plus faible que celle du chlore vu sous la même épaisseur. La teinte d'ailleurs diffère de celle du chlore en ce qu'elle approche davantage du jaune.

Examiné au spectroscope, sur une épaisseur de 1 mètre, le fluor n'a pas présenté de bandes d'absorption.

Pour déterminer le spectre du fluor, M. Moissan s'est servi d'un tube de platine fermé par deux bouchons de fluorine, traversés par des tiges épaisses de platine ou d'or, servant d'électrode. Un tube latéral très court, fermé par une plaque de fluorine, permettait de voir nettement l'étincelle fournie par une bobine très forte munie de deux condensateurs. Le spectroscope était à trois prismes, afin d'obtenir un spectre assez étendu.

Il résulte des observations de M. Moissan que les raies du fluor connues jusqu'ici s'élèvent au nombre de treize et se trouvent dans la partie rouge du spectre. L'auteur ajoute qu'avec l'acide fluorhydrique on obtient des bandes dans le jaune et dans le violet, mais ces bandes, peu nettes et très larges, ne lui ont pas permis d'en déterminer exactement la position.

2° Sur la température de solidification du chlorure d'arsenic et du chlorure d'étain, et sur leur faculté d'absorber le chlore à basse température. Note de M. BESSON, présentée par M. Troost.

Le trichlorure d'arsenic pur, bien débarrassé d'un excès de chlore, se solidifie à — 18° avec une diminution considérable de volume, en donnant des aiguilles cristallines d'un blanc nacré.

Si l'on sature le chlorure d'arsenic de chlore à 0°, la solidification ne se produit plus qu'à — 30°.

A une température de — 30°, si l'on sature ce produit de chlore, sa solidification n'a plus lieu qu'à — 60°.

Le bichlorure d'étain, bien débarrassé d'un excès de chlore par plusieurs distillations sur de l'étain, se solidifie à — 33°, en donnant de petits cristaux blancs; on observe avec ce chlorure, comme avec le chlorure d'arsenic, qu'il est capable d'absorber de grandes quantités de chlore à basse température, en même temps que le volume augmente considérable-

ment; la présence de ce chlore abaisse la température de solidification.

3° Action de l'ammoniaque sur les combinaisons du cyanure de mercure avec les chlorures. Note de M. RAOUL VARET.

Dans cette note, l'auteur présente à l'Académie les résultats de ses recherches sur l'action de l'ammoniaque sur les combinaisons du cyanure de mercure avec les chlorures. Il passe en revue l'action de l'ammoniaque sur le chlorocyanure de mercure; l'action sur le même composé de l'alcool absolu ammoniacal, du gaz ammoniac. Enfin, il complète la série de ses observations précédentes sur l'action de l'ammoniaque sur le chlorocyanure de mercure et de zinc, sur le chlorocyanure de mercure et de cuivre, en donnant sur chacun des produits ainsi obtenus des détails complets relativement aux réactions produites et aux corps qui ont pris naissance.

4° Sur une falsification de l'essence de térébenthine française; essai qualitatif et quantitatif. Note de M. A. AIGNAN.

La fraude qui s'opère sur l'essence de térébenthine consiste dans l'addition à cette essence d'une petite quantité d'huile de résine, dont le prix est cinq fois moindre. Cette addition ne saurait dépasser 5 % du poids de l'essence, car l'huile de résine en proportion plus forte rend l'essence visqueuse et lui communique une odeur particulière. Une analyse chimique ne pourrait que difficilement déceler la fraude, les corps constituant le mélange étant d'une nature très complexe. Une épreuve aérométrique ne fournirait, d'autre part, que des résultats très incertains, car une addition notable d'huile de résine à l'essence de térébenthine modifie peu la densité de cette dernière. Mais la fraude peut être décelée par l'examen du pouvoir rotatoire du liquide.

M. Aignan a reconnu, en effet, que l'addition à l'essence de térébenthine d'une petite quantité d'huile de résine diminue le pouvoir rotatoire de l'essence, quoique celui de cette huile soit de même signe que celui de l'essence et lui soit supérieur de 11° environ.

L'essence de térébenthine naturelle donne un pouvoir rotatoire à peu près constant, car l'auteur a trouvé sur seize échantillons d'origines différentes, et préparés par des procédés distincts, des nombres variant seulement de — 60°, 26' à — 63°, 20' en moyenne $[\alpha_D] = 0 - 61°, 30'$. Or, une telle essence, après avoir été additionnée d'huile de résine, de telle sorte que le mélange en contint 5 %, a donné $[\alpha_D] = 0 - 54°$.

Enfin, l'auteur a établi les rotations $[\alpha_D]$ caractéristiques des produits provenant d'un fractionnement par distillation de l'essence de térébenthine additionnée d'huile blanche, et qui permet de reconnaître par l'examen du résidu si la falsification a été faite par une huile blanche de choix.

La même méthode peut servir à reconnaître les sophistications faites avec l'huile blanche fine rectifiée ou l'huile blanche rectifiée.

Électricité. — Sur l'énergie potentielle magnétique et la mesure des coefficients d'aimantation. Note de M. GOUY.

Mathématiques. — Sur les séries $\sum \frac{1}{k^2}$, $\sum \frac{1}{k^3}$. Note de M. ANDRÉ, extraite d'une lettre de M. MARKOFF.

Astronomie. — Note sur l'éclipse du 22 décembre prochain, par M. J. JANSSEN.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Universel-vinicole. — Les boissons dans le monde entier, par M. PAUL TAQUET. — Léon Carpentier, éditeur, à Montdidier. — 1890. — Prix: 6 fr. 50.

Sous ce titre, M. Taquet, directeur de la *Revue Vinicole*, vient de publier un volume résumant la situation de la vigne et des boissons dans le monde entier, et donnant une idée aussi exacte que possible de la transformation du monde vinicole depuis quelques années.

La production, la consommation, l'exportation, l'importation, l'agriculture même, des principales contrées du globe, sont passées en revue et forment une série d'études absolument nouvelles sur les boissons les plus diverses des nations productrices.

Ce volume signale tous les progrès, toutes les transformations, tous les changements accomplis.

En effet, de grands changements ont eu lieu depuis une quinzaine d'années.

En France: le phylloxéra; puis, la reconstitution merveilleusement rapide des vignobles détruits; la suprématie de la viticulture française sauvée par un travail opiniâtre et des sacrifices plus grands qu'il n'en aurait fallu faire après une guerre malheureuse.

A l'étranger: l'Italie augmentant considérablement sa production et imposant, jusqu'à la rupture du traité de commerce, ses vins sur nos marchés dépourvus par le phylloxéra.

L'Espagne, le Portugal, l'Autriche-Hongrie, la Turquie et la Grèce faisant de même.

En Afrique, le Cap, l'Égypte, la Syrie, Chypre, doublant, triplant leur production.

Dans les Amériques, le Mexique, le Chili, le Pérou, la République Argentine, le Brésil, l'Uruguay, se créant des vignobles comme par enchantement et menaçant de fermer nos débouchés les plus anciens, pour substituer à nos vins ceux des vignes nationales, poussées sous un ciel de feu. La Californie devenant le cellier des États-Unis. L'Australie devenant un grand pays de production.

Enfin, en Europe, la Russie, la Serbie, la Roumanie, la Bulgarie, etc., accusant une plus grande production et réussissant admirablement.

L'Exposition universelle de Paris a permis de se rendre compte de cette situation et de voir de près les produits de presque tous les pays. On peut donc en parler par expérience et non par oui-dire: c'est ce qu'a fait l'auteur avec intérêt.

Manuel pratique du charpentier en fer, par LÉON DELALOE, Ingénieur civil.

Dans son manuel du charpentier en fer, M. Léon Delaloe traite, avec une grande compétence et d'une façon très méthodique, du petit et du gros outillage, des épreuves des ouvrages et de leur tracé, de leur exécution, de leur vérification avant livraison, enfin de l'organisation des ateliers de construction spéciaux d'où sortent ces ouvrages. En ce moment, où la charpente en fer vient d'être mise en évidence d'une façon si brillante et si remarquable par l'Exposition de 1889, chacun s'intéresse à ses progrès, et l'on sent vivement le besoin d'être mis au courant de cette branche importante de la construction. Les praticiens seuls peuvent dire exactement en quoi elle consiste, quels sont ses avantages réels, où résident ses difficultés. C'est à ce titre que le livre de M. Delaloe vient précisément à son heure; il est cette œuvre de praticien dont chacun sent le besoin. Ajoutons que l'auteur ne se borne pas à des descriptions générales et ne se perd nullement dans les calculs ardues que l'on pourrait craindre en pareille matière: ses explications sont courtes et simples, ses appréciations motivées par une expérience que l'on sent foncièrement acquise dans les travaux qu'il prend comme types et comme exemples. En résumé, ce livre se lit avec intérêt et s'étudie avec fruit; c'est un excellent document technique, dont la place est marquée dans la bibliothèque de l'Ingénieur.

Leçons élémentaires d'hygiène, par le Docteur H. GEORGE, maître de conférences d'hygiène à l'Institut agronomique. — Delalain frères, éditeurs. Paris 1889.

La librairie Delalain vient de publier une septième édition de l'ouvrage si apprécié du docteur George. Les premières éditions avaient été rédigées d'après le programme proposé par l'Académie de Médecine en 1872, pour l'enseignement de l'hygiène dans les lycées. Lorsqu'un enseignement analogue, mais plus étendu, a été établi dans les écoles normales primaires d'instituteurs, ce livre a été développé et complété; il est divisé en 20 leçons, conformément au nouveau programme de ces écoles.

Cette nouvelle édition contient le résumé des communications relatives à l'hygiène qui ont été faites à l'Académie des Sciences, à l'Académie de Médecine, etc. On y trouve notamment les documents les plus récents relatifs aux grandes questions de l'hygiène publique: la vaccination contre la rage, la nature parasitaire et contagieuse de la phthisie pulmonaire, le Congrès de la tuberculose, les mesures de préservation contre les épidémies de choléra, etc.

Pour tous les articles non signés :

Le Gérant: MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — **Hydraulique** : Usine élévatrice de Bercy, à Paris. Service municipal des eaux (*planche XXXII*), p. 353 ; R. AUDRA. — **Mines** : Ouro Preto et les mines d'or (Brésil) (*suite*), p. 355 ; PAUL FERRAND. — **Variétés** : Les États-Unis à vol d'oiseau (*suite*), p. 358 ; G. MOREAU. — **Revue des organes techniques anglais**, p. 360 ; G. FLOREN. — **Travaux publics** : Le phare métallique de Port-Vendres, p. 363 ; MAX DE NANSOUTY. — **Exposition universelle de 1889** : La céramique (classe 20) (*suite et fin*), p. 364 ; A. MOSTICKER. — **Informations** : La production des vins français en 1889, p. 366 ; — Diminution dans la production du gaz naturel, à Pittsburg,

p. 367 ; — Appareils pour séparer les particules métalliques des matières terreuses, p. 367 ; — Le chemin de fer transsibérien, p. 367 ; — Le chemin de fer pour bateaux de Chigaco, p. 367 ; — L'obélisque du Central Park, à New-York, p. 367 ; — L'humidité et le pouvoir éclairant du gaz, p. 367.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séance du 3 janvier 1890, p. 368. — Académie des Sciences, séance du 23 décembre 1889, p. 368 ; G. PETIT.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 368.

Planche XXXII : Usine élévatrice de Bercy, à Paris.

HYDRAULIQUE

USINE ÉLÉVATOIRE DE BERCY, A PARIS (Service municipal des eaux.)

(*Planche XXXII.*)

Dans un précédent article (1), nous avons décrit les nouveaux réservoirs de Montmartre et indiqué qu'ils étaient alimentés en eau de

dans un quartier très fréquenté et en voie d'embellissement a, en effet, invité les Ingénieurs à se départir de la sévérité du type officiel, et la réussite de cette tentative peut faire espérer que l'exemple sera suivi et que l'Administration admettra plus facilement, désormais, que l'élégance des formes peut n'être pas le monopole des architectes.

L'ensemble de l'usine comprend : 1° le bâtiment des machines, en bordure sur le quai de la Rapée ; 2° la salle des générateurs, au centre de la cour, et séparée du précédent par un passage de 3 mètres ; 3° une maison d'habitation avec bureau ; 4° un atelier avec magasin pour les approvisionnements d'huiles, de chiffons, etc.

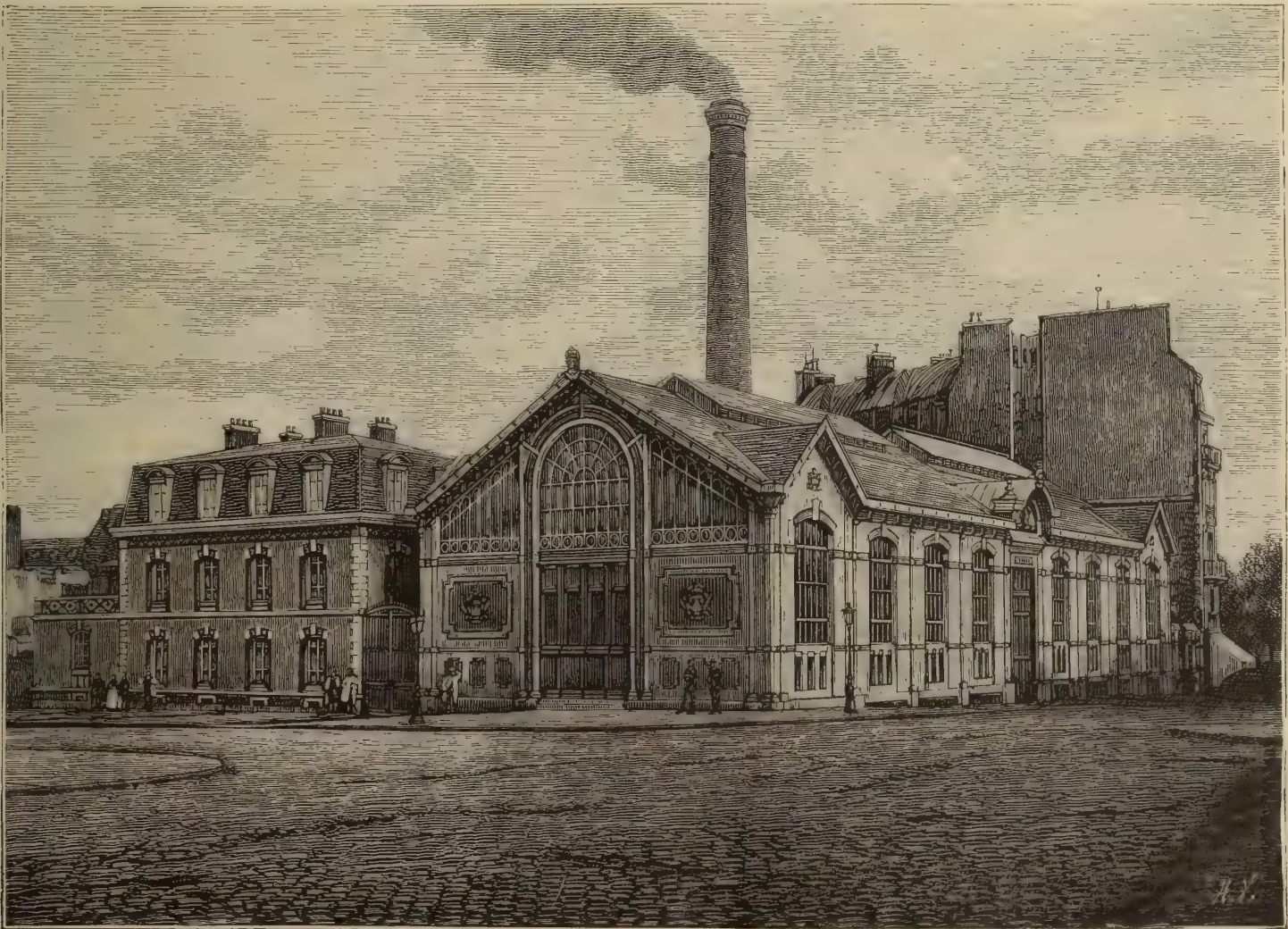


FIG. 1. — Usine élévatrice de Bercy, pour le service municipal des eaux, à Paris. Vue générale.

Seine par une usine élévatrice récemment construite à Bercy. C'est cette usine que nous nous proposons de décrire aujourd'hui (2).

Élevés à l'angle du quai de la Rapée et de l'avenue Ledru-Rollin, les bâtiments offrent un aspect architectural que l'on n'est pas accoutumé de rencontrer dans ces genres de construction : leur situation

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 40, p. 233.

(2) On verra plus loin qu'une partie seulement de l'eau refoulée à l'usine de relais de Montmartre est envoyée par celle-ci dans ces réservoirs.

1° *Machines.* — Les machines peuvent élever, en marche normale, un volume de 600 litres par seconde, soit 50 000 mètres cubes par jour, d'eau prise en Seine à la cote 27^m 30 (niveau ordinaire de la retenue de Suresnes) et montée à l'usine de la place Saint-Pierre, à Montmartre, à la cote 83^m 50. C'est une hauteur de 56^m 20, avec un parcours de 6 kilomètres environ.

La prise d'eau offre une particularité intéressante : elle se fait par siphonnement et les pompes ne l'aspirent pas directement, mais dans

des puisards où elle vient se déverser tout d'abord. A cet effet, la conduite est ainsi constituée : une première partie, en tôle de 8 millimètres d'épaisseur et de 0^m 80 de diamètre, est immergée en Seine; elle se compose elle-même de deux longueurs, qui ont été montées sur la berge, puis descendues séparément, après quoi le joint a été fait au scaphandre. L'origine du tuyau se relève en forme de pipe, laissant au-dessus d'elle le tirant d'eau réglementaire, puis se retourne vers l'aval, de façon que la prise se fait de l'aval vers l'amont au-dessus du lit. Cette pipe est protégée par une patte d'oie qui, en même temps, la signale à la navigation. Le reste de la conduite est en fonte et logé en galerie : c'est le siphon proprement dit, qui aboutit au centre du bâtiment des machines, s'y bifurque en forme de T par deux branches descendant dans des puisards dont le dessus du radier est à la cote 23^m 30, c'est-à-dire à 4 mètres au-dessous du niveau normal de la Seine.

Un robinet, placé sur la conduite, à l'entrée de la galerie, et deux vannes, situées à la partie inférieure des deux branches, permettent l'amorçement du siphon, qui, pour cela, est mis en communication avec la conduite de refoulement passant au-dessus. Cet amorçement est, en outre, maintenu par l'aspiration continue, à l'aide d'un petit tuyau réunissant chaque corps de pompe au sommet du siphon, de l'air qui tendrait à s'accumuler en ce point.

La galerie a été percée en souterrain sous la place Mazas, sans épaulement, grâce au relèvement de la conduite. Tous les joints, se trouvant au-dessus du niveau ordinaire des eaux, sont visibles et facilement accessibles, ce qui permet de visiter fréquemment la conduite et de remédier aux rentrées d'air qui pourraient se produire.

Des puisards, l'eau n'est pas directement reprise par les pompes principales, dont la différence de niveau avec celui de la Seine est trop considérable : elle est d'abord montée à l'aide d'une première pompe verticale à simple effet, dont le piston, muni de trois clapets en couronne, a un diamètre de 1^m 010 et une course de 0^m 640, dans une bache située au-dessus, qui communique avec une autre semblable. C'est dans cette dernière que plonge le tuyau d'aspiration de la pompe de refoulement. Il y a quatre groupes semblables, disposés symétriquement dans le bâtiment des machines.

Les pompes principales sont horizontales, à piston plongeur système Girard, perfectionné par E. Meunier, avec clapets à couronne et mouvement apparent. Le piston, qui a 0^m 410 de diamètre, est monté sur le prolongement même de la tige du piston à vapeur ; la course commune est de 1^m 600.

La pompe principale et la pompe nourricière d'un même groupe sont actionnées, à l'aide de bielle et de manivelle calées sur l'arbre du volant, par une machine à vapeur du type Wheelock, 2^e système, dit à tiroirs plans équilibrés, de la force de 150 chevaux en eau montée, et chacun peut fonctionner indépendamment des trois autres. En outre, la tuyauterie, dans l'intérieur de l'usine, est disposée de telle façon, que l'un quelconque des groupes peut envoyer l'eau dans l'une ou l'autre des deux conduites de refoulement, de manière que le service ne risque pas d'être arrêté par un accident à l'une d'elles.

Le cylindre à vapeur a 0^m 800 de diamètre intérieur, et la vitesse normale du volant est de 22 tours $\frac{1}{2}$ par minute.

La construction et l'installation des machines et des pompes ont été confiées, à la suite d'un concours, à MM. de Quillacq, constructeurs à Anzin, et Meunier, Ingénieur à Paris.

Le bâtiment a été établi avec le sol de la salle des machines, à la cote 36^m 50, un peu en contre-haut des trottoirs de la voie publique. Un sous-sol général, dont le dallage est à la cote 32^m 50, renferme les condenseurs, les baches de relais dont nous avons parlé et la tuyauterie de refoulement. Au-dessous encore est la tête de la galerie d'amenée (radier à la cote 28^m 50) qui n'occupe que la partie centrale du bâtiment ; comme il a été dit plus haut, elle est en forme de T et donne accès aux puisards et aux pompes d'aspiration verticales.

La fondation a présenté des difficultés spéciales, en raison de la nature du terrain, qui est constitué, jusqu'à la cote 22 mètres environ, par de la vase tourbeuse surmontée de remblais plus ou moins anciens.

Après un minutieux examen comparatif des solutions possibles pour assurer la stabilité des massifs supportant les cylindres, les paliers des volants et les pompes, les Ingénieurs ont adopté le système suivant : après la construction des puisards et de la galerie d'amenée, on a déblayé le surplus de la surface du bâtiment jusqu'à la cote 31^m 50, puis on a lardé le sol de pieux d'environ 0^m 25 de diamètre sur 5 à 6 mètres de long, et d'autant moins espacés que les parties correspondantes devaient avoir à supporter des pressions plus considérables. Le terrain étant ainsi resserré et rendu moins compressible, les têtes des pieux ont été recépées à 0^m 40 au-dessus du fond de la fouille, et on a construit un radier général en maçonnerie de 1 mètre d'épaisseur, encastrant ces têtes et s'étendant jusqu'au dehors des murs de face, sur lequel on a pu, en toute sécurité, édifier le bâtiment et les massifs.

L'ossature du bâtiment est entièrement métallique. Elle se compose de fermes sans tirant, à intrados elliptique, reliées entre elles par les pièces longitudinales de la toiture. La maçonnerie de remplissage

est en briques ; son épaisseur est de 0^m 22 aux pignons et de 0^m 40 sur les longs pans, mais avec un vide intérieur de 0^m 07, ménagé dans toutes les parties en dehors des pourtours des baies.

La couverture est en ardoises, posées avec crochets en cuivre sur un lattis en petits fers cornières, fixé lui-même sur un chevronnage en fer.

Nous avons signalé plus haut l'heureux aspect extérieur de la construction, discrètement rehaussée par une sobre décoration en céramique.

L'intérieur de la salle lui-même sort des règles ordinaires des programmes classiques. Un parquet à point de Hongrie, en sapin, cloué sur des fourrures attachées aux chevrons, couvre intérieurement le dessous de la toiture, en laissant les fermes et les pannes seules apparentes. Une corniche court le long des bases des rampants de la toiture, et des bandeaux à lignes fortement accusées règnent autour des baies.

Enfin, deux vastes lanterneaux surmontent le bâtiment, fermés par des persiennes à lames mobiles qui permettent, suivant la saison, soit d'aérer largement, soit d'interrompre d'une façon à peu près complète la communication avec l'extérieur.

2^e Générateurs. — Les générateurs, installés, comme nous l'avons dit, dans un bâtiment spécial, isolé de celui des machines par un passage de 3 mètres, sont au nombre de huit, groupés deux à deux de façon à former quatre groupes distincts.

La fourniture et l'installation en ont été confiées, à la suite d'un concours, à M. Roser, constructeur à Saint-Denis, inventeur du système. Chaque chaudière, dont les éléments sont amovibles, comprend un faisceau incliné de 56 tubes de 0^m 111 de diamètre et de 4^m 60 de longueur, dans lesquels circule l'eau, et un réservoir supérieur d'eau et de vapeur. La surface de chauffe totale est de 100 mètres carrés, et la capacité jusqu'au niveau normal de l'eau, de 5^m 600. La grille a 1^m 65 de longueur sur 1^m 28 de largeur.

Les chaudières sont timbrées à 10 kilogr., mais ne fonctionnent qu'à 6 kilogr. Elles peuvent fournir chacune 1 400 kilogr. de vapeur à l'heure, et six d'entre elles suffisent au service des quatre machines, en sorte qu'il y en a toujours deux de disponibles en cas de réparation ou d'accident.

Ajoutons que la maçonnerie ne joue ici que le rôle de calorifuge, chaque groupe de deux générateurs étant monté sur une charpente métallique indépendante. Les eaux de vidange des chaudières sont, au moment des nettoyages, jetées dans un petit réservoir placé sous le passage qui règne entre les deux bâtiments principaux et pourvu d'une alimentation d'eau d'Ourcq ; elles s'y refroidissent ainsi avant d'être envoyées à l'égout.

Le bâtiment est, comme celui des machines, construit en fer et briques, mais avec beaucoup plus de simplicité, défilé des vues extérieures. Le système de fondation en diffère également. Quatre fouilles ont été descendues jusqu'à la cote 31^m 76, dans lesquelles on a battu une double rangée de pieux. On a ainsi monté des murs-culées entre lesquels on a remblayé des terres soigneusement pilonnées ; la surface de ce remblai a été dressée en forme de cintres formant appui à l'intrados de voûtes qu'il a suffi de maçonner sur ce couchis en les appuyant sur les piédroits préalablement élevés. Un procédé analogue de maçonnerie de voûtes avait été employé pour la reconstruction du radier du bassin de Pantin à la Villette (1). Toutefois il n'y avait pas eu de fouilles proprement dites, ni de murs-culées : toute la maçonnerie s'appuyait sur des piles fondées à l'aide de puits descendus jusqu'au bon sol. Le dessus de ces voûtes a été arasé horizontalement, constituant une plate-forme sur laquelle ont été assis les carneaux, les supports des massifs des chaudières, les dés portant les fermes et enfin les murs mêmes du bâtiment.

La cheminée a également exigé des précautions spéciales : elle repose sur des voûtes d'arête jetées sur quatre piliers en maçonnerie, assis, à la cote de 22 mètres, sur le roc calcaire.

3^e Maison d'habitation. — La maison d'habitation, en façade sur l'avenue Ledru-Rollin, comprend : caves, rez-de-chaussée, où sont les bureaux de l'usine et le logement du concierge ; premier étage avec l'appartement du directeur de l'usine, et deuxième, mansardé, avec le logement du contre-maître.

4^e Annexes. — Nous avons déjà mentionné l'atelier et les magasins qui les constituent. Signalons seulement une galerie spéciale souterraine, partant de la cour de l'usine et aboutissant sur la berge de la Seine, destinée à recevoir ultérieurement un transporteur pour les charbons arrivant par bateaux, actionné par une turbine mue par les eaux de condensation. Une canalisation, établie dans le système du tout à l'égout, reçoit, outre les matières des cabinets d'aisance, les eaux pluviales et ménagères et les eaux de vidange des chaudières, et les envoie dans l'égout collecteur qui longe le quai.

Enfin un approvisionnement de 250 tonnes de charbon peut trouver place, sans gêner la circulation, tant le long du mur de clôture derrière le bâtiment des chaudières qu'autour de la cheminée.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIII, n° 8, p. 443.

Nous avons dit que l'usine de Bercy est destinée à refouler jusqu'à la place Saint-Pierre, au pied de la butte Montmartre, l'eau qu'elle puise à la Seine. Ce refoulement s'opère par deux conduites en fonte de 0^m600 de diamètre placées en galerie sur toute leur étendue (6 kilomètres environ). Dans une faible partie de leur parcours, où les conditions spéciales d'emplacement ne permettaient pas d'appliquer cette disposition adoptée en principe, ces deux conduites sont réunies en une seule de 0^m800. Elles aboutissent à un réservoir, ou plutôt à une grande bache de 200 mètres cubes établie dans la cour de l'usine de relais de la place Saint-Pierre, laquelle peut prélever sur cet approvisionnement, avec une force de 140 chevaux, 250 litres par seconde pour alimenter les nouveaux réservoirs de Montmartre.

Le surplus se déverse dans la conduite qui réunit les réservoirs de Passy et de Charonne, l'une des principales artères de la distribution de la Ville. L'objet de cette disposition est de soutenir l'alimentation de ces deux derniers réservoirs et surtout de relever la pression dans la conduite. On se trouve en effet, en ce point, à peu près au milieu de la distance qui les sépare, et la charge devenait insuffisante quand

de 900 000 francs, y compris les machines et les générateurs, mais sans compter la valeur du terrain. Le prix de revient par cheval évalué en eau montée, ressort ainsi à 1 500 francs.

Les charpentes métalliques ont été exécutées par la maison Moisant, Laurent et Savey.

Les travaux ont été commencés en juillet 1887; mais une grande partie de l'emplacement de l'usine était occupée par des constructions qu'il a fallu exproprier, et le terrain n'a été livré en totalité qu'en octobre 1888. A cette époque, il restait à faire la moitié du bâtiment des machines, fondations comprises, la superstructure de l'autre moitié, ainsi que celle du bâtiment des chaudières et la totalité de la maison d'habitation. Tout le gros œuvre a été monté en deux mois et demi, avant les premières gelées. Les deux premières machines ont été mises en marche au commencement de mai 1889, et les deux dernières en septembre.

Le projet a été dressé et les travaux exécutés, sous la direction de M. Beckmann, Ingénieur en chef du service municipal, par M. Meyer, Ingénieur des Ponts et Chaussées, avec la collaboration de M. Geslain,

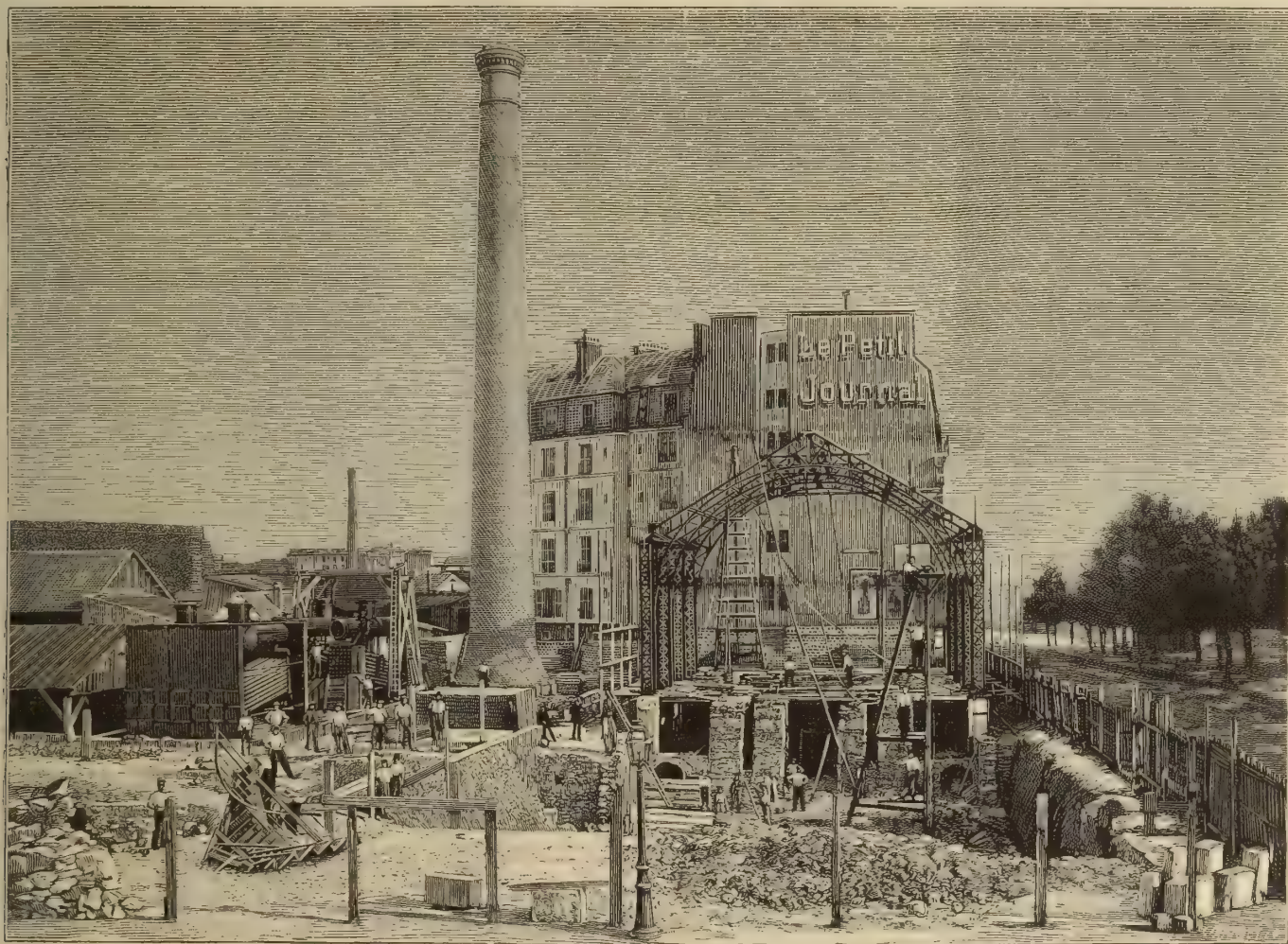


FIG. 2. — Construction de l'usine élévatrice de Bercy, à Paris. Vue générale du chantier.

le service en route prenait un peu d'intensité de part et d'autre. Grâce à cet appoint, au contraire, l'usine de relais peut facilement remédier à toute insuffisance.

La dépense totale de construction de l'usine s'élève à la somme

conducteur des Ponts et Chaussées, aujourd'hui Ingénieur, qui était chargé de la conduite des travaux, et aux notes duquel nous avons emprunté les éléments de la description qui précède.

R. AUDRA.

MINES

OURO PRETO ET LES MINES D'OR (BRÉSIL)

(Suite 1.)

§ 4. — Méthodes d'exploitation des couches et filons aurifères. — Nous avons vu que les anciens mineurs ne commencèrent à attaquer les roches aurifères que lorsque les dépôts d'alluvions devinrent de plus en plus pauvres. Habités à leurs modes d'exploitation à ciel ouvert, ils n'imaginèrent rien de mieux que de les travailler de la même manière, sans s'occuper si d'autres méthodes seraient plus avantageuses; ce n'est que dans les derniers temps, lorsqu'ils se trouvèrent en présence de gîtes pénétrant profondément dans les montagnes ou recouverts de couches

épaisses de morts terrains, qu'ils se décidèrent à faire quelques galeries de mines, du reste jamais bien profondes, se trouvant arrêté, le plus souvent par le défaut de ventilation ou par des venues d'eau, qu'avec leurs moyens rudimentaires d'épuisement, ils ne parvenaient pas à maîtriser.

Comme pour les alluvions, on peut considérer trois catégories de travaux, suivant que le gîte se trouve dans la vallée, au flanc ou au sein des montagnes.

1^o TRAVAUX DANS LES VALLÉES. — Lorsque le gîte existait dans une vallée, ils avaient recours à cette méthode des cattas qu'ils employaient pour les taboleiros : creusant peu à peu leurs immenses trous en entonnoirs, ils atteignaient ainsi les parties riches des couches formées généralement d'argiles schisteuses, rouges ou brunes, imprégnées d'or. Ces terres étaient traitées exactement comme les sables d'alluvions : on les chargeait dans des carombés sur la tête des nègres, qui allaient

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 43, p. 285; n° 44, p. 303; n° 45, p. 325, et n° 46, p. 338.

les déverser aux bassins de dépôt, d'où on les reprenait pour les traiter.

C'est par ce procédé que furent exploitées les couches de la vallée d'Antonio Pereira et le gisement de Catta Preta, près d'Inficionado. Eschwege rapporte que la Lavra de Matta-Cavallós (tue-chevaux), à Antonio Pereira, a produit, en une heure de travail dans le gîte, une valeur de 36 000 cruzados d'or (1); mais la terre était tellement pourrie et les talus du trou établis avec si peu de prévoyance, que des éboulements eurent lieu immédiatement après, enterrant esclaves et feitor (surveillant) (2).

2° TRAVAUX AUX FLANCS DES MONTAGNES. — Les travaux s'appliquaient aux roches friables ou décomposées, traversées par des filons de quartz aurifère; ces roches étaient des schistes argileux rouges et mous recoupés par de nombreuses veines de quartz généralement carié et contenant des paillettes d'or ou des itabirites à l'état de jacutinga, imprégnées suivant les strates de quartz aurifère à grains fins, et même le plus souvent de simples infiltrations d'or formant de véritables lignes. Quand le filon de quartz recoupait franchement ces terrains schisteux, l'exploitation s'étendait aux épontes sur une certaine longueur jusqu'à cessation des imprégnations filonniennes.

La méthode employée par ces mineurs était la même que celle appliquée aux gupiaras. Seulement, pour obtenir un effet plus intense de la chute de l'eau, ils l'accumulaient dans un réservoir supérieur, situé à l'extrémité du canal d'amenée, pour ne la lâcher qu'à certains moments de la journée, en la dirigeant à l'aide d'un fossé sur le point de l'exploitation qui venait d'être fraîchement remué par les nègres. C'est ainsi qu'ils opéraient dans les itabirites, dont la masse lourde offrait une certaine résistance à l'action de l'eau.

Quand on ouvrait la vanne du réservoir, les eaux se précipitaient avec violence sur le terrain, entraînant et charriant avec elles terres et pierres jusqu'à un canal inférieur remplaçant le couloir des gupiaras, où le tout venait s'engouffrer pour se diriger vers de grands réservoirs en maçonnerie, appelés *mondéos*, qui étaient destinés à recueillir les boues aurifères.

Les travaux d'exploitation, étendus dans les parties hautes, allaient en se resserrant vers le bas pour aboutir au canal inférieur, où les eaux venaient se concentrer. La descente en était tellement impétueuse qu'au moment de l'ouverture de la vanne, on soufflait dans une trompe pour prévenir les nègres, occupés à travailler sur le passage du courant ou dans le canal, d'avoir à se retirer sous peine d'être écrasés par les eaux qui s'effondraient en tourbillons tumultueux, roulant des sables et des fragments de roches. Pour résister à ces nombreux chocs, ce canal devait être construit fort solidement: le plus souvent, il était percé dans la roche dure, sur une largeur de deux mètres, avec des parois taillées à pic, et suivant une profondeur variable selon sa position locale; dans les terrains tendres, il était formé de deux murs épais d'au moins 0^m70, avec fond dallé pour éviter les affouillements.

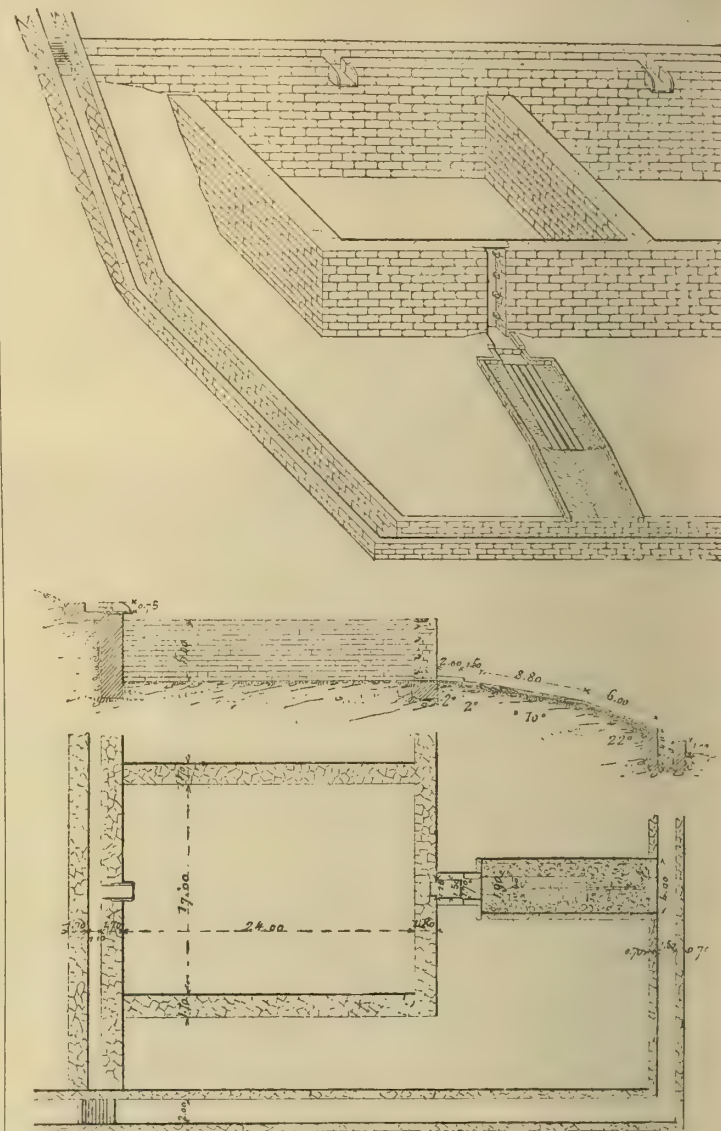
Les *mondéos*, généralement adossés au flanc d'une montagne voisine de l'exploitation, étaient de grands réservoirs rectangulaires ou semi-circulaires, mesurant intérieurement jusqu'à 16 et même 24 mètres sur les côtés, et de 3 à 6 mètres de profondeur, avec des murs de près de deux mètres d'épaisseur, en maçonnerie de blocs de pierre simplement cimentés d'un mélange d'argile et de sable (fig. 1). Ils étaient disposés par séries, les uns à côté des autres, et légèrement en contrebas, à cause du canal latéral qui amenait les eaux chargées de boues aurifères à chacun d'eux, par un déversoir placé en surplomb vers le milieu du mur du fond, un peu au-dessus du réservoir.

Le canal latéral, accosté à la montagne, s'embranchait avec le canal inférieur, dont une des parois était percée dans le fond, au point de jonction. Le canal inférieur, qui se prolongeait jusque dans la vallée, présentait, en aval de l'orifice d'entrée du canal latéral, un ressaut formé de poutres transversales et de gros blocs de pierre; en amont, le niveau du fond du canal était relevé jusqu'au-dessus de l'orifice, et l'espace vide était recouvert d'un grillage de fortes barres de fer transversales, de manière à former un fond en déversoir. Les pierres charriées par les eaux passaient par-dessus et étaient emportées dans la vallée, tandis que les eaux boueuses s'engouffraient à travers les grilles et allaient s'écouler dans les réservoirs par le canal latéral.

Au milieu du mur de face de chaque *mondéo*, il existait sur toute sa hauteur une fente verticale de 1^m50 de large, contre laquelle on appliquait intérieurement des traverses en planches épaisses, placées les unes sur les autres, à mesure que le niveau du dépôt s'élevait dans chaque réservoir, de manière à laisser aux eaux le temps de se décantier avant de s'écouler par-dessus ce déversoir. Des pierres, en saillie dans la fente, disposées en chicane près du bord intérieur, servaient d'appui aux traverses, qui ainsi résistaient mieux à la pression latérale. Les eaux après décantation s'écoulaient vers le canal inférieur qui les dirigeait dans la vallée. Une fois un *mondéo*

plein, on supprimait la communication avec le canal latéral et, lorsque tous étaient remplis, on interrompait le travail de défoncement pour procéder à la concentration des sables qui s'y trouvaient déposés. Cette concentration se faisait au pied de chaque réservoir, devant la fente verticale, sur le chemin que suivaient les eaux pour atteindre le canal inférieur.

Une faible partie des pierres rejetées par les grilles étaient mises



priétaire de la mine, tant par les fragments de roches que par les sables qui allaient se déposer au delà dans les ruisseaux. On voyait en effet de nombreux *faiscadores* arriver à gagner leur vie en traitant les sables de fond dans ces ruisseaux et en faisant le triage de quelques pierres qu'ils écrasaient pour en retirer l'or à la batée.

3° TRAVAUX AU SEIN DES MONTAGNES. — Ce n'est que lorsque les mineurs se trouvèrent en présence de gîtes complètement enfouis dans les montagnes ou recouverts de couches épaisses de morts terrains, qu'ils se décidèrent à recourir aux procédés de l'art des mines, art bien rudimentaire pour eux et qui se réduisait à creuser quelques galeries peu profondes, sans ordre, tout à fait au hasard.

C'est ainsi qu'ils exploitaient des couches d'itabirites recoupées par de nombreuses petites veines de quartz ou des filons dont ils avaient découvert les affleurements au flanc des montagnes et qui s'enfonçaient dans leur sein. En ce cas, ils attaquaient les points qui leur semblaient les meilleurs, en perçant une galerie qui suivait les lignes riches, véritables trous de taupes, faisant des courbes invraisemblables et dont la section était parfois à peine suffisante pour permettre à un homme de passer. Lorsqu'ils atteignaient une partie très productive, ils élargissaient à droite, à gauche, en haut, en bas, suivant leur idée, faisant de la sorte une excavation qui allait en grandis-

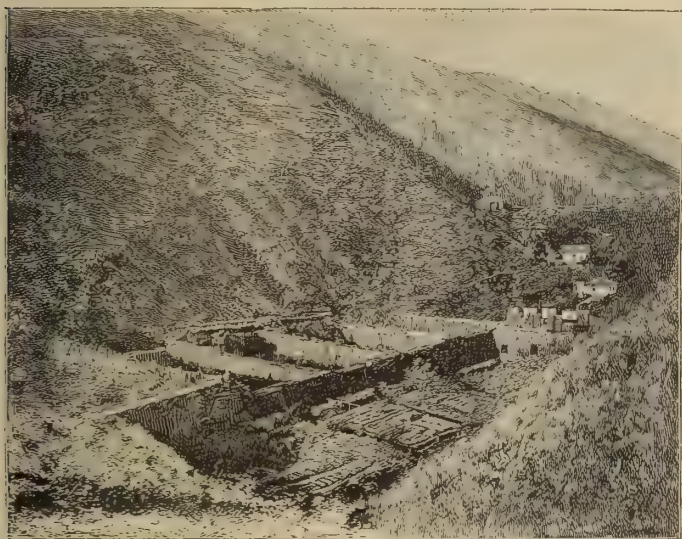


FIG. 2. — Les mondéos de Velloso.

sant, jusqu'au jour où se produisaient des éboulements qui venaient leur barrer le passage, quand ils n'étaient pas arrêtés auparavant par le manque d'aérage ou par quelque venue d'eau, parfois peu importante, mais dont ils ne pouvaient se rendre maîtres avec les faibles moyens à leur disposition. Aussi exploitaient-ils un gîte par une série de galeries aboutissant chacune à une chambre isolée, faite dans la partie la plus riche; lorsqu'une des raisons précédentes obligeait à abandonner cette chambre, ils allaient recommencer plus loin une nouvelle galerie.

Un exemple frappant de ce système est encore visible à la mine de Passagem. Le gîte est formé d'un filon-couche qui pénètre au flanc d'une montagne escarpée, en s'enfonçant suivant un angle de 18 à 20° (fig. 3). Aux affleurements, on constate, de distance en distance, des galeries qui s'avancent à 20 ou 40 mètres, suivant l'inclinaison, et vont ensuite en s'élargissant, de manière à former des salons de dimensions quelquefois importantes. Les mineurs qui exploitaient ce filon se trouvaient bientôt arrêtés dans leurs travaux par les éboulis d'un toit peu solide, formé d'itabirites friables, et surtout par l'apparition rapide de l'eau due à leur mode d'avancer en s'enfonçant suivant la pente; aussi ces excavations ne s'étendent-elles pas beaucoup en profondeur. Ce n'est que lorsque la mine passait entre les mains d'une Compagnie, qu'il fut percé une galerie d'écoulement inférieure dans la roche pour assécher la partie supérieure du gîte.

Ces anciens mineurs préféraient, eux, faire l'épuisement à la main, en employant plusieurs esclaves à transporter l'eau dans les *carombés*, comme ils faisaient pour le minerai, plutôt que d'ouvrir une galerie au rocher, tant ils étaient rebelles à l'idée de perdre le gîte de vue et de cesser de voir les lignes où se trouvait l'or visible.

Cependant, lorsque le gîte aurifère se présentait sous une inclinaison

sensiblement parallèle à la pente de la montagne qui le renfermait, ils se décidaient parfois, quand les travaux à ciel ouvert n'étaient plus possibles, à percer une courte galerie horizontale à travers les terrains stériles, et, une fois dans le gîte, ils ouvraient une chambre aussi grande que le leur permettait la solidité des parois, et ils s'enfonçaient au-dessous du niveau de la galerie, jusqu'à ce qu'ils fussent arrêtés par l'abondance des eaux. C'est ainsi que fut exploité, dans le principe, le filon de Faria, près de Congonhas de Sabara, filon de quartz avec pyrites aurifères, très redressé, dont les affleurements apparaissent vers le sommet de la serra.

On voit encore aujourd'hui les vestiges de quelques-uns de ces vieux salons, ouverts à l'affleurement, et auxquels on accède dans les parties basses par de courtes galeries. Grâce à leur ouverture supérieure, ces cavernes se trouvent bien ventilées et suffisamment éclairées pour en permettre la facile inspection. L'une d'elles, restée presque intacte, donne une idée complète du procédé d'exploitation suivi par les anciens (fig. 4). Les mineurs ont commencé par pra-

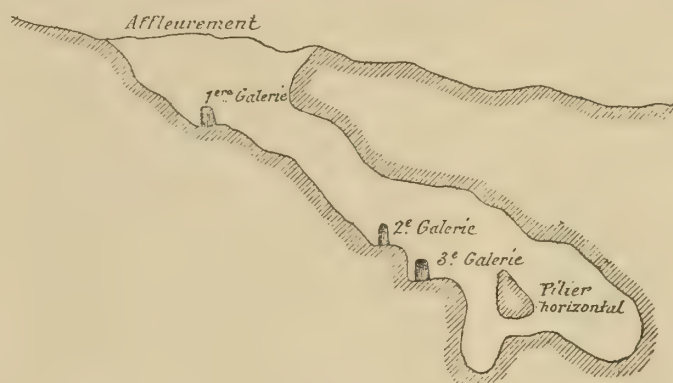


FIG. 4. — Coupe d'un vieux salon de la mine de Faria.

tiquer une excavation à ciel ouvert sur l'affleurement du filon, en un point reconnu riche; c'est ainsi qu'ils ont d'abord creusé une véritable catta, actuellement beaucoup plus large que dans le principe, à cause des éboulements qui se sont produits sur ses parois. Bientôt, gênés par les eaux, ils ont dû percer une première galerie très courte, de 5 mètres environ, située au fond de l'entonnoir et qui leur a servi en même temps pour la sortie du minerai. C'est à partir de cette galerie qu'ils ont commencé à s'enfoncer sous terre, toujours d'après leur méthode, en suivant pas à pas la cheminée de minerai riche qui se trouve dans le filon; ils ont continué ainsi en descente tant qu'ils ne se sont pas trouvés trop gênés par les eaux, faisant l'épuisement par tous les moyens à leur disposition. Un moment est venu où, se trouvant trop au-dessous du niveau de leur première galerie, ils ont été obligés, pour pouvoir continuer leurs travaux, d'ouvrir une nouvelle galerie d'écoulement plus longue, d'au moins 20 mètres, extrayant à ce niveau tout ce qu'il leur a été possible d'enlever; enfin, battus par la venue d'eau après avoir ouvert une troisième galerie peu au-dessous de la précédente, il n'ont pu faire l'extraction que sur une profondeur de 8 mètres environ. Pour continuer, il aurait été nécessaire d'ouvrir, à des niveaux inférieurs, de nouvelles galeries mesurant des longueurs importantes par suite de la faible pente du terrain, ce dont ils ne se souciaient guère. Aussi ont-ils préféré abandonner cette caverne, pour en recommencer une autre sur un autre point, laissant un vide qui mesure près de 50 mètres en longueur, avec une largeur et une épaisseur variant de 5 à 8 mètres.

Comme mesure de précaution, ils laissaient de temps à autre un pilier de soutien, choisissant naturellement les endroits où le minerai plus pauvre les tentait moins. C'est ainsi que dans l'excavation de Faria, on trouve un pilier vertical vers le fond de l'entonnoir, et un autre horizontal, sorte d'arc jeté entre les deux parois, dans la partie large au-dessous du niveau de la troisième galerie.

Telles sont les rares exploitations faites par les mineurs anciens à l'aide de galeries percées dans les roches peu dures, et sans aucun revêtement pour en assurer l'entretien. Le transport des matériaux se faisait uniquement par les nègres portant une carombé pleine sur la tête: on juge combien ce mode devait être pénible, quand la galerie s'inclinait suivant le gîte ou qu'il fallait remonter les terres du fond du salon à son niveau. Aussi ne peut-on s'empêcher d'admirer la patience de ces hommes, qui, malgré leurs faibles moyens, arrivaient à creuser de pareilles excavations.

PAUL FERRAND,

(A suivre.)

Professeur à l'École des Mines d'Ouro-Preto (Brésil).

VARIÉTÉS

LES ÉTATS-UNIS A VOL D'OISEAU

(Suite¹.)

L'homme. — La population des États-Unis dépasse aujourd'hui cinquante millions d'habitants ; mais, sur ce nombre, 300 000 individus à peine proviennent des premiers occupants ; ce sont les peuplades que l'on désigne, assez improprement, du reste, sous le nom d'Indiens ou de Peaux-Rouges. Au XVI^e siècle, leur nombre pouvait être évalué à 1 500 000 hommes, dont les allures différaient sensiblement de celles de leurs descendants actuels.

Ces peuples étaient chasseurs, par suite nomades, car une fois la chasse épuisée sur un territoire, il fallait aller chercher fortune ailleurs. Du reste, pour beaucoup d'entre eux, les migrations étaient restreintes et périodiques. Ils vivaient dans une région déterminée, dont ils occupaient successivement les différents points ; leurs camps se retrouvaient quelquefois à des endroits jadis occupés par les ancêtres et redevenus giboyeux après un épuisement momentané.

D'autrefois, les caprices d'un chef, l'engouement d'une peuplade, à la suite de récits plus ou moins exacts, déterminaient des voyages plus longs ; de petits rameaux se détachaient du tronc principal pour aller au loin tenter la chance, presque toujours les armes à la main. Souvent exterminés, quelquefois vainqueurs, ces chasseurs guerriers renouvelaient sans cesse, il y a quelques siècles, les invasions dont l'Europe avait été le théâtre longtemps auparavant. Toujours en guerre les uns contre les autres, ces Indiens demeuraient peu nombreux. Lorsque les Européens vinrent dans leur pays, ils se retirèrent dans l'intérieur, après les premières luttes, et laissèrent les nouveaux venus s'installer solidement sur le littoral.

Les caractères de la race *peau-rouge* sont assez difficiles à saisir, par suite de l'habitude qu'ont un grand nombre de peuplades de déformer la tête des nouveau-nés, déformation qui a une tendance à se transmettre dans la postérité ; c'est ainsi que certaines tribus ont été dès l'origine baptisées du nom de *Têtes-Plates*.

Pourtant on peut remarquer que tous ces Indiens ont une tête légèrement pyramidale, un occiput aplati au-dessous de la protubérance et renflé latéralement ; l'arcade zygomatique présente un excès d'écartement ; les fosses nasales sont grandes ; l'arcade maxillaire est projetée en avant, sans que les incisives présentent de proclivité sensible ; enfin, les branches de la mâchoire inférieure, assez fortes, déterminent une courbe et non un angle. Quant aux formes du corps, elles sont extrêmement variables ; très belles chez les Iroquois et les Algonquins, elles se rapprochent du modelé de la race jaune chez les Dacotas et chez certaines hordes de la Californie et de l'Orégon.

Toutes ces peuplades ont un fonds de caractère commun, qui est un grand amour de l'indépendance et une férocité inouïe. Ce point a vivement frappé les premiers voyageurs, qui nous ont laissé d'émouvants récits relatifs aux tortures que subissaient les prisonniers de guerre.

Les groupes les plus célèbres furent :

Les *Algonquins* et particulièrement les *Illinois*, les *Abénaquis* et les *Mohicans* ;

Les *Iroquois* et les *Hurons*, qui jouèrent un rôle si important dans l'histoire du Canada ;

Les *Chérokees* ;

Les *Creeks* ;

Les *Sioux*, *Dacotas*, *Osages*, *Pawnees*, entre le Mississipi et les Rocky-Mountains.

Quelques tribus ont accepté les coutumes européennes, tandis que d'autres, parquées dans leur *réserve*, sont des ennemis terribles des blancs.

L'origine de ces peuples est fort obscure, bien qu'on puisse constater des infiltrations de sang provenant des races jaune, blanche et nègre pélagienne. Certains d'entre eux se rapprochent de la race mongole, fait qui n'a rien d'étonnant, car le détroit de Behring est loin d'être infranchissable et ne pouvait opposer aux migrations qu'une bien faible barrière.

En dehors des caractères ethnographiques, on a retrouvé certaines analogies entre les croyances de l'Asie et les traditions mexicaines, ce qui semble indiquer une parenté lointaine. Quant aux relations entre le vieux monde oriental et l'Amérique, elles ne peuvent être mises en doute, et les Chinois, aussi bien que les Japonais, prétendent que les missionnaires bouddhistes sont allés jusque dans le Nouveau Monde, longtemps avant qu'il fût connu des Européens.

Les langues de l'Amérique du Nord ont été appelées *polysynthétiques* par Duponceau, et Lieber les a dénommées *holophrastiques* (exprimant l'idée dans son tout). Cette synthèse s'accentue quelquefois dans les mots composés, au moyen d'un enchevêtrement spécial qui a reçu le nom d'*encapsulation*. Tous ces idiomes, inégalement développés, présentent une persistance marquée de l'agglutination ; les radicaux

sont peu nombreux, et leur mécanisme, tout en permettant une forme imagée, n'est pas compatible avec une grande précision.

Au point de vue grammatical, relevons quelques bizarreries, telles qu'un double pluriel (l'inclusif et l'exclusif), exprimant la possession ou la non-possession ; l'existence d'un duet, de conjugaisons par inflexions ou désinences, avec changements par préfixes ou intercalations, d'où une grande richesse du verbe.

La phonétique comporte l'articulation de certaines consonnes spéciales, quelquefois *détonnantes*, et dont il est impossible de se faire une idée sans les avoir entendues. Le rythme de la phrase se base sur deux accentuations, l'une appuyée, l'autre frappée, toutes deux extrêmement singulières pour notre oreille.

Ajoutons que Müller a réparti tous ces idiomes en douze groupes ainsi dénommés :

Kenai.	Iroquois.	Apalache.	Californien.
Athapaska.	Sioux.	Goloutche.	Yumien.
Algonquini.	Pawnie.	Orégonais.	Texien.

La race américaine actuelle comprend les hommes de couleur et les blancs. Tout le monde connaît l'origine des premiers, et les souvenirs de l'esclavage sont encore trop récents pour qu'il soit nécessaire de s'y appesantir beaucoup.

Les blancs sont surtout d'origine anglaise (c'est le nom d'*anglo-américain* qui prévaut), avec addition de sang allemand, français, flamand et suédois. Dans le Sud, l'élément espagnol est largement représenté. Tous les jours arrivent des immigrants provenant d'Allemagne, d'Italie, d'Angleterre, etc., et ces nouveaux venus entrent pour une part dans la modification de la race.

Si l'homme agit sur la nature, si l'homme fait la terre, celle-ci réagit à son tour sur son maître et le façonne à sa convenance. C'est ainsi que l'Américain issu de race anglaise pure n'a pas conservé le type primitif. Le volume de la tête s'est modifié, les os zygomatiques se sont développés, la mâchoire a changé de forme, les doigts sont plus longs, le pied paraît être sorti d'un autre moule... Bref, le corps humain subit une *adaptation*, une *transformation* due à mille causes qu'il est difficile de préciser, mais qui n'en agissent pas moins énergiquement.

Sa langue même s'est altérée, et toute oreille peut sentir une différence entre la phonétique anglaise et la vocalisation américaine. M. Alfred Maury dit à cet égard : « Les Américains, qui altèrent tous les jours la prononciation de leur idiome d'origine anglo-saxonne, y introduisent des tournures abrégées (standard phrases) rappelant le génie des langues indigènes de l'Amérique, dont ils tendent à reprendre la constitution physique. »

Quant aux Chinois, leur présence a été jusqu'à présent sans action sur l'évolution de la race, car ils ont vécu à côté de la population sans se mélanger avec elle, et la plupart, vivants ou morts, retournent dans le Céleste-Empire.

Historique. — L'histoire de l'Amérique ne commence pour nous qu'au moment où elle fut découverte par nos marins, car nous ne savons rien de ce qui a précédé les expéditions européennes. Sans parler des analogies de croyances qui peuvent exister entre l'Asie et le Nouveau Monde, et qui s'expliquent naturellement par une communauté d'origine, on a cru trouver certains traits communs entre des légendes mexicaines et des traditions européennes.

Peut-être s'est-on basé sur ce fait, en même temps que sur l'immersion de certains points du littoral, pour soutenir la fable d'Atlantide, dont l'invention remonte à une haute antiquité. Il ne faut pas accorder trop d'importance à ces similitudes, qui ne prouvent pas grand-chose en faveur de l'existence de ce pays problématique. Dès les temps les plus reculés, bien des navigateurs se sont avancés vers l'Ouest et ne sont jamais revenus. Qui sait si quelques-uns, plus hardis que les autres ou poussés par quelque tempête, ne sont pas allés porter en Amérique ces germes qui nous étonnent tant !

Le marquis d'Hervey a établi que les Chinois, dès le I^{er} siècle, déclaraient que vers l'Est existait, à une grande distance, un vaste continent baigné à l'est et à l'ouest par la mer. Lorsque Tavernier fit son voyage aux Indes, il entendit peut-être rapporter quelque tradition analogue, car, à propos du commerce des pierres précieuses, il émet l'avis que des relations durent exister entre l'Asie et l'Amérique bien avant les découvertes des Européens.

Avant Christophe Colomb, des Scandinaves avaient mis le pied sur le nouveau continent. Au VI^e siècle, des pirates visitèrent le Groënland, et Biorn Hersuefsen aborda au Labrador vers 986. Plus tard, avec Leif Ericson, il descendit à Terre-Neuve ; ce voyage semble remonter à l'an 1000. Au XI^e siècle, des Islandais relâchèrent au Vinland, et en 1390, les frères Zeno firent une expédition à Terre-Neuve, que Cabot revit en 1490.

Ce fut seulement le 8 octobre 1492 que Christophe Colomb aborda à Guahanani (San Salvador), voyage suivi de trois autres qui lui permirent de reconnaître surtout les Antilles.

Cabot, hanté par les mêmes idées que Colomb, partit d'Angleterre en 1497 et reconnut l'Acadie. Trois ans plus tard, Cortereal poussait

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 44, p. 304, et n° 46, p. 340.

jusqu'au Labrador; Verazzani visitait Terre-Neuve et les Grands-Lacs en 1524, région que Cartier revoyait vers 1534.

Au Sud, Ponce de Léon découvrait la Floride en 1512; Alvarado explorait les bouches du Mississipi en 1543, et Ribault, la Caroline en 1562. De nouvelles expéditions s'organisèrent: Frobisher allait au Labrador en 1576, et en 1608 Champlain signalait la grande baie qu'Hudson explorait en 1609 et 1610. Pendant ce temps, Raleigh atterrissait en Virginie, en rapportait le tabac et la patate; puis en 1683, Cavelier de la Salle parcourait la Louisiane.

Sur la côte du Pacifique, Cortez en 1535, Ulloa en 1540, relevaient le littoral de la Californie, et Drake abordait à la Nouvelle-Albion en 1579. Plus tard, en 1728, Behring trouvait le détroit qui porte son nom, et en 1745 les îles Aléoutiennes. Enfin, de 1778 à 1793, Cook et Lapérouse complétèrent le relevé de ces côtes.

De 1562 à 1565, les Français, déjà établis au Canada, tentèrent vainement de coloniser la Floride. Une vingtaine d'années plus tard, les Anglais vinrent en Virginie et y restèrent depuis cette époque. En 1614, ce fut le tour des Hollandais, qui s'installèrent dans les Nouveaux-Pays-Bas (Etat de New-York), et, en 1627, les Suédois apparurent sur les rives de la Delaware.

Les persécutions religieuses fournirent des hommes au Nouveau Monde et provoquèrent la colonisation du Massachusetts en 1620, du New-Hampshire en 1621, du Maryland en 1632, du Connecticut en 1635, et du Rhode-Island en 1638.

En 1662, la Caroline fut donnée au comte de Clarendon; en 1681, Guillaume Penn occupait la Pensylvanie, et en 1732 une Compagnie anglaise exploitait la Géorgie.

En 1683, les Français, partis du Canada, venaient en Louisiane, où ils s'installaient en 1699. En 1717, la Compagnie française fondait la Nouvelle-Orléans.

Mais la guerre éclata bientôt entre les Français et les Anglais; elle se termina à notre désavantage par la perte de l'Acadie et du Canada. Ce succès des Anglais allait être compensé par des revers. A la suite de vexations exercées par la métropole, Boston, en 1773, donna le signal de la révolte. En 1775, les Anglais furent défaits à Bunker's Hill, et George Washington prit en main la direction des opérations. Le 4 juillet 1776, treize colonies (New-Hampshire, Massachusetts, Rhode-Island, Connecticut, New-York, New Jersey, Pensylvanie, Delaware, Maryland, Virginie, Georgie, les deux Carolines), se déclarèrent indépendantes. En 1778, la France prit part à la guerre contre l'Angleterre, qui, le 3 septembre 1783, reconnaissait l'indépendance du nouveau peuple.

Un Congrès établit une constitution, qui fut acceptée en 1787, et Washington fut appelé à la présidence en 1789. En même temps que s'organisait la vie sociale, le territoire s'agrandissait au détriment des Indiens et par l'acquisition de la Louisiane en 1803.

En 1812, la guerre éclatait de nouveau avec l'Angleterre, mais le jeune peuple avait encore l'avantage, et la paix était signée en 1815. De 1845 à 1848, les Américains eurent maille à partir avec le Mexique, qui perdit le Texas, le Nouveau-Mexique et la Californie.

A la fin de 1860, à l'occasion de l'élection du président abolitioniste Abraham Lincoln, les Etats-Unis éprouvèrent une violente secousse. Dix Etats du Sud se détachèrent de l'Union, formèrent une confédération séparée, choisirent une capitale (Richmond) et un président (Jefferson Davis), puis la lutte s'engagea entre Nordistes et Sudistes. Beauregard, Jackson et Lee, pour les esclavagistes ou confédérés, luttèrent pendant quatre ans contre les fédéraux, commandés par Clellan, Burnside, Sherman et Grant. Enfin, en avril 1865, cette guerre sanglante prit fin, et depuis cette époque, la paix des Etats-Unis n'a pas été troublée.

Les luttes à main armée ont été remplacées par les luttes électorales, et il ne reste plus trace apparente de la scission qui s'est produite, il y aura bientôt trente ans. Républicains et démocrates ont bien des intérêts divers, mais les dollars ont remplacé le plomb, et au moment des élections, les banknotes jouent un rôle fort actif. Divisés par des questions économiques et surtout par la question de protection et de libre échange, les adversaires, très excités les uns contre les autres pendant la période qui précède le scrutin, savent respecter le résultat acquis s'il ne leur est pas favorable, et attendent patiemment que le moment soit venu de prendre leur revanche.

Agriculture. — L'activité agricole est considérable; l'homme se trouve en face d'une nature féconde, vierge encore en beaucoup d'endroits et qui ne lui marchande pas ses produits. Du reste, l'exploitant a déployé une grande activité et appelé les machines à son secours, intéressé qu'il était à économiser la main-d'œuvre dont le prix est fort élevé au delà de l'Atlantique. La nature du terrain et sa disposition topographique se prêtent merveilleusement à l'application de ces engins, qui ont donné des résultats surprenants. Si on ajoute à cela que, sur certains points, il est possible de faire deux récoltes par an, on ne sera pas étonné du bon marché auquel peuvent être livrés les produits de la terre. C'est grâce à ces conditions réunies, que les blés américains peuvent venir sur notre marché lutter avec nos blés indigènes.

Les transports et les manipulations de céréales sont admirablement compris, les manipulations surtout. Dans les ports d'embarquement, à New-York, à San-Francisco, à Chicago, les *grain elevators* fonctionnent d'une façon des plus économiques. Par wagon ou par bateau, le grain arrive au pied d'une chaîne à godets, qui l'élève à une certaine hauteur dans un réservoir, d'où il coule automatiquement dans des balances qui enregistrent son poids, pour être ensuite envoyé dans des compartiments de réserve, où viennent s'alimenter les wagons ou les navires qui doivent le transporter au loin. La capacité de certains de ces élévateurs atteint quelquefois trois millions de bushels, c'est-à-dire dépasse un million d'hectolitres. A Chicago, le cube total des élévateurs (plus de 27 000 000 de bushels) est voisin de dix millions d'hectolitres.

Nous avons déjà dit ailleurs que le maïs et la pomme de terre sont originaires d'Amérique, et il suffit de mentionner le coton pour rappeler à l'esprit quelle importance ont le commerce et l'exportation de ce textile.

Parmi les naturalisations qui ont le mieux réussi, il faut citer les fruits, dont la Californie produit une quantité considérable et qui sont aujourd'hui, sous formes de conserves, expédiés au monde entier. Quant à la vigne, elle prospère sur la côte du Pacifique, et la production du vin prend tous les jours une importance nouvelle. Sa qualité n'est pas toujours excellente, les vins sont jeunes, les coteaux sont récemment plantés; mais déjà certains d'entre eux, soumis à une culture intelligente, donnent des produits avec lesquels il faudra bientôt compter. Ces vins sont fort bon marché dans le pays, et, avec l'esprit d'entreprise des Américains, avec leur persistance, il est probable que cette branche de leur commerce prendra un large développement.

L'élevage des bestiaux a pris sur le territoire de l'Union une grande extension, et, dans nos contrées, la réputation de Chicago est faite à cet égard. A la vérité, les *stock yards*, où les animaux sont tués, dépecés et transformés en quelques minutes, sont des plus curieux; mais le centre du commerce des bestiaux tend, sinon à se déplacer, du moins à s'étendre. Il n'en peut être autrement. Au fur et à mesure que le pays se développe, les exploitations se multiplient, des centres se créent, la valeur des terrains augmente et les propriétaires des anciens pâturages les vendent à un prix élevé, pour aller dans l'Ouest chercher de nouveaux domaines et y élever le bétail. Aujourd'hui, dans le Kansas, dans le Colorado et jusque dans le Nouveau-Mexique, on peut, du train qui traverse la prairie, apercevoir à droite et à gauche les animaux qui, tantôt regardent passer le convoi, tantôt s'affolent à son approche, traversent les rails et n'échappent pas toujours au choc de la locomotive qui les rejette brisés sur le côté de la voie.

En raison de ce déplacement des lieux d'élevage, un nouveau marché a pris une grande importance, c'est celui de Kansas City, où les transactions sont des plus actives. Si dans le *Far West*, au milieu des prairies naturelles, le bétail naît et croît sans abri, il existe, dans un rayon plus rapproché des grandes villes, des pâturages où il séjourne quelque temps pour y prendre un embonpoint convenable, avant d'être livré à la consommation.

Les transports par chemin de fer durent quelquefois fort longtemps. Les animaux, dans des wagons mal agencés, pourraient souffrir, perdre de leur poids ou de leur aspect, et de ce chef éprouver une moins-value. Le caractère pratique d'outre-Océan a remédié à cet inconvénient. Les bœufs, les porcs, les moutons, quand ils en valent la peine, ont leurs *voitures de luxe*, avec mangeoire et abreuvoir alimenté par l'eau d'un réservoir disposé à la partie supérieure du car. C'est ainsi qu'ils arrivent aux stock yards, où ils sont mécaniquement transformés en produits alimentaires.

Industrie. — Il nous est impossible de passer en revue l'industrie des Etats-Unis, car, sur ce sujet, il faudrait écrire des volumes. Nous nous bornerons à effleurer un certain nombre de points, à dire rapidement ce que nous avons vu, ce qui nous a frappé, sans vouloir traiter une question aussi vaste.

L'esprit inventif et pratique des Américains s'est exercé sur un si grand nombre de sujets, et nous en avons tellement entendu parler, qu'il s'est créé chez nous une sorte de légende autour des grands travaux exécutés de l'autre côté de l'Océan. Les uns les ont loués outre mesure; les autres les ont décriés sans merci, et il arrive, comme presque toujours, que la vérité est entre ces deux opinions extrêmes.

Les moyens de transport entre l'Europe et l'Amérique ont subi une transformation radicale, non pas seulement par suite de l'invention de la machine à vapeur ou de l'emploi de l'hélice, mais en raison des exigences sans cesse croissantes du commerce. On a augmenté dans une large proportion la capacité et la rapidité des navires, et l'on demeure frappé par cette tendance, soit qu'on aperçoive un de ces grands voiliers jaugeant trois ou quatre mille tonneaux, soit que l'on examine ces nouveaux steamers, qui vont d'un continent à l'autre en moins de huit jours.

Actuellement, la ligne Cunard, entre Liverpool et New-York, obtient les plus belles traversées avec ses deux bateaux l'*Etruria* et l'*Umbria*; mais les autres navires, le *Bothnia*, le *Servia*, le *Gallia*..., sont de qualité bien inférieure. La Compagnie française transatlantique est remarquable à la fois par sa régularité et sa vitesse; si la *Champagne*, la *Bretagne*, la *Bourgogne*, la *Gascogne* et la *Normandie* perdent quelques heures sur l'*Etruria* et l'*Umbria*, elles possèdent d'excellentes qualités nautiques, qui leur permettent de faire une route rapide, malgré le gros temps, et sont pourvues de machines remarquables, dont la consommation n'est guère que les six dixièmes ou les deux tiers de celle des meilleurs types de la ligne Cunard.

Tout récemment, l'*Inman line* essayait le *City of Paris*, paquebot à deux hélices, de 170 mètres de longueur, dont la vitesse devait atteindre 19 nœuds. Ce navire est allé de Queenstown à New-York en six jours environ. La même préoccupation a déterminé la *White Star Line* à mettre en chantier le *Teutonic* et le *Majestic*, également à deux hélices, et la Compagnie transatlantique (*French line*) étudie en ce moment les plans de la *Touraine*.

Ces grands paquebots abordent le long des piers de l'Hudson, dont le port ne présente rien de bien remarquable, si ce n'est son étendue.

Le besoin de communiquer rapidement entre eux, qui poussait les peuples à transformer leurs marines, a déterminé la création du réseau télégraphique terrestre et sous-marin, dont les débuts furent si pénibles. Mais aujourd'hui, les procédés de pose sont bien perfectionnés, et l'on n'a plus à craindre les accidents multiples qui se produisaient lors de l'immersion du premier câble. Les Américains, les Anglais, les Français exploitent diverses lignes, tantôt syndiquées, tantôt en guerre les unes contre les autres, ce qui produit, dans le prix de transmission, les sautes les plus brusques et les plus inattendues. Ainsi le tarif qui était, il y a quelques mois, de 0 fr. 60 c. par mot, est actuellement de 4 fr. 25.

Les procédés employés pour la traversée des cours d'eau sont fort intéressants et au nombre de deux : les ponts et les bacs.

Remarquons en passant qu'à la suite de quelques accidents, notre imagination s'est donné libre carrière, et c'est une légende accréditée chez nous que les ponts américains sont toujours mal construits. Or il n'y a qu'à examiner les viaducs du Missouri et du Mississippi pour se convaincre du contraire. Si quelques entreprises commerciales se hâtent de livrer au public des travaux insuffisants, il reste nombre de sociétés sérieuses dont la manière de faire n'a rien à envier aux meilleures firmes de l'ancien monde. Que les ponts soient à treillis, à latices ou suspendus, ils sont généralement en excellentes conditions, et si l'on peut relever des accidents, comme la chute du petit pont de Niagara, on peut citer de ces sortes d'ouvrages qui résistent admirablement, comme *Suspension Bridge*, en amont de Whirlpool, ou le pont de Brooklyn, qui demeure un modèle du genre.

Lorsqu'une rivière est très fréquentée, surtout par des navires portant des mâts élevés, si l'on ne peut établir un pont suspendu à une grande hauteur, lorsque la nature du sol ou la profondeur rend difficile ou coûteux l'établissement des piles et des culées, la traversée s'effectue en bateau, qu'il s'agisse d'un homme, d'une voiture ou d'un train. Un des *ferries* les plus remarquables est celui qui effectue le transbordement d'une rive à l'autre du Sacramento, entre Port-Costa et Bernicia, et qui peut emporter deux locomotives et quarante-huit wagons.

L'activité anglo-américaine n'a pas trouvé suffisants les moyens de transport auxquels nous sommes accoutumés ici. « Time is money », et, dans une ville, pour aller d'un quartier à l'autre, on a installé les *elevated railroads* de New-York, les *cable-cars* de Chicago, de San-Francisco, de Deuver, etc., et les tramways de toutes sortes qui sillonnent les villes de l'Union. A San-Francisco, tout particulièrement, la traction funiculaire est intéressante en raison des pentes accentuées du profil, tandis qu'à Chicago on doit plus étudier le développement du réseau que les difficultés du tracé.

La forme rectangulaire de New-York et l'extension de la cité suivant le sens du plus grand côté du rectangle (la ville est construite sur une langue de terre entre l'Hudson et le détroit) rendaient commode l'usage d'un métropolitain (1). Diverses lignes ferrées, soutenues par des colonnes, permettent aux cars de circuler entraînés par leurs petites locomotives, de remonter les principales avenues et de déverser aux stations les voyageurs qui, à cause de la forme de la ville, n'ont jamais un long chemin à parcourir à pied, pour se rendre à leur point de destination.

Quant au mode d'exploitation des tramways, il est des plus simples. Pas de bureau de départ, pas de stations, pas d'employés en grand nombre, pas de correspondances (le *ticket de changement* est basé sur un principe différent). Le car comporte seulement un cocher et un receveur qui perçoit pour chaque individu la somme de 5 cents (25 centimes) et qui doit sonner le contrôle à chaque encaissement. Encore, dans certaines voitures, le receveur est supprimé; chacun est

tenu de mettre le prix de sa place dans une boîte *ad hoc*, placée sous la surveillance du cocher. Les cars, sans s'arrêter autrement que pour laisser monter ou descendre les personnes qui le désirent, vont d'un bout à l'autre de leur course, très peu distants les uns des autres, et transportant un nombre parfois considérable de voyageurs.

Parmi les applications industrielles, celles de l'électricité tiennent un rang honorable, tant pour l'éclairage des villes que pour la facilité des communications. La lumière électrique est fort répandue dans le Nord-Amérique et, au milieu du Far-West, pendant la traversée de nuit, il n'est pas rare de voir un village illuminé par des foyers à arc. Quant au télégraphe, il met en rapport les villes les unes avec les autres, tandis que le téléphone joue un rôle important dans la vie privée des Américains.

Si l'architecture peut être comptée comme une industrie, nous en dirons un mot ici, car il est impossible de passer sous silence les énormes constructions qui s'élèvent dans les grandes villes, et, pour en parler, nous choisirons une cité essentiellement américaine. Nous ne prendrons pour type ni Boston, ni New-York, ni Philadelphie, trop voisines de l'Europe et ne possédant pas selon nous un vrai caractère d'originalité, ni San-Francisco, trop cosmopolite, ni la Nouvelle-Orléans, trop peu anglo-saxonne; nous préférerons Chicago.

A côté des résidences particulières qui s'alignent le long du lac et dans la partie nord de la ville, se trouve le quartier commerçant, disposition commune à presque toutes les villes d'outre-Océan. Mais, dans ce quartier, où les terrains atteignent un prix élevé, les propriétaires cherchent, en augmentant la hauteur de leurs immeubles et le nombre des étages, à en élever la valeur locative. Aussi voit-on un grand nombre de maisons à dix, onze, douze étages; il en existe même quelques-unes qui en comptent quatorze.

Cette innovation, qui portait sur la dimension des *buildings*, a été accompagnée de modifications architecturales qui surprennent l'œil au premier abord, mais sans le choquer. Sans doute, il y a bon nombre d'édifices de mauvais goût; mais à côté de ceux-là, s'en dressent d'autres très originaux, bâtis en dehors de toutes les règles reçues chez nous, et, si on les examine sans parti pris, on voit qu'il y a là une tendance nouvelle qui vaut tout autant que les anciens errements.

G. MOREAU,

Ingénieur des Mines,

Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique.

(A suivre.)

REVUE DES ORGANES TECHNIQUES ANGLAIS

Travaux publics. — *Un canal des Deux-Mers en Ecosse.* — Le canal maritime de Manchester n'est encore fini qu'à moitié, et déjà l'on parle d'en commencer un autre tout aussi important. C'est l'Ecosse qui serait appelée, cette fois, à en recueillir les avantages; au commencement du mois de novembre, un grand meeting a eu lieu à Edimbourg pour considérer les divers aspects de la question, et c'est au compte rendu, paru dans *Engineering* et d'autres journaux, que nous empruntons les détails suivants :

Le canal est destiné à joindre les deux fleuves le Forth et la Clyde, et à établir ainsi une communication directe entre la mer du Nord (*German Ocean*) et l'Océan Atlantique. Il aura à peu près les dimensions du canal de Suez, c'est-à-dire une profondeur d'environ 9 mètres sur toute sa longueur et une largeur au plafond de 21^m 6. Les écluses principales auront une longueur de 180 mètres et une largeur de 24 mètres; le canal pourra donc livrer passage aux plus grands navires marchands actuellement existants : le *City of Paris*, en effet, n'a que 168 mètres de long et 19 mètres de large au maître-couple. Les Ingénieurs pensent que si on voulait donner au canal une largeur suffisante pour permettre à deux navires de passer en même temps à un point quelconque, on augmenterait les frais dans des proportions telles que l'entreprise cesserait d'être rémunératrice. A côté des écluses principales, il y en aura de plus petites qui seront employées pour les bateaux de rivière.

MM. D. et T. Stevenson ont examiné, en présence du meeting, les différents tracés possibles. Quoiqu'on n'ait pas encore arrêté le tracé définitif, on semble, en tout cas, bien décidé à abandonner celui du canal actuellement existant, qui s'incline dans la direction du sud et passe par Maryhill, à peu de distance de Glasgow, Kirkintilloch, Kilsyth et Falkirk. Ce canal, qui est de petite section et ne livre passage qu'à des bateaux de 2^m 70 de tirant d'eau, a le grand inconvénient de présenter à ses deux extrémités, sur une longueur de 5 kilomètres seulement, une différence de niveau de 39 mètres; quoique pour la partie intermédiaire de son tracé sur la presque totalité de sa longueur, il ne présente qu'une différence d'altitude de 7^m 8, il ne nécessite pas moins de 35 écluses. C'est surtout pour réduire autant que possible le nombre des écluses, dont l'emploi est toujours, malgré tous les perfectionnements, une cause notable de perte de temps, que MM. Stevenson se sont décidés à reporter le canal vers le nord. Partant de l'embouchure du Forth et restant toujours au nord des méandres de ce fleuve,

(1) Voir le *Génie Civil*, tome I, n° 9, p. 245; tome II, n° 46, p. 376; tome IV, n° 20, p. 347, et tome XII, n° 4, p. 4.

USINE ÉLEVATOIRE

Service I

Echele

Fig.1. Elevation ... Coupe verticale longitudinale suivant a b e d e f g h.

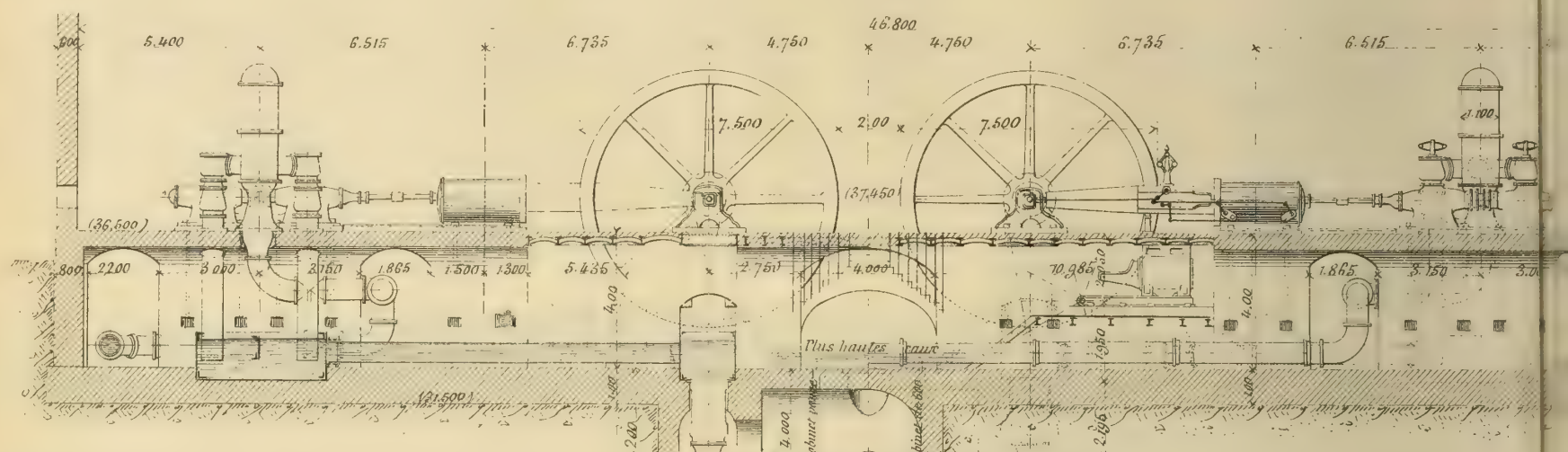


Fig. 6. Coupe verticale transversale suivant op

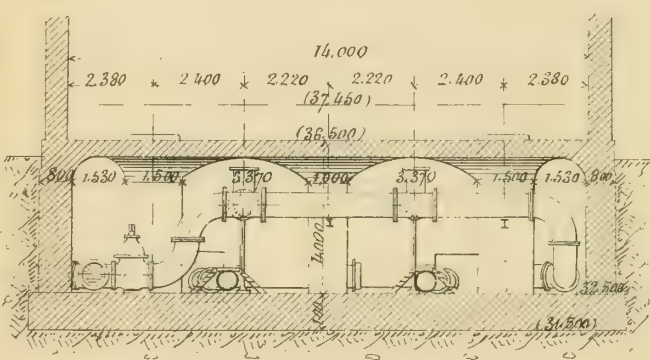
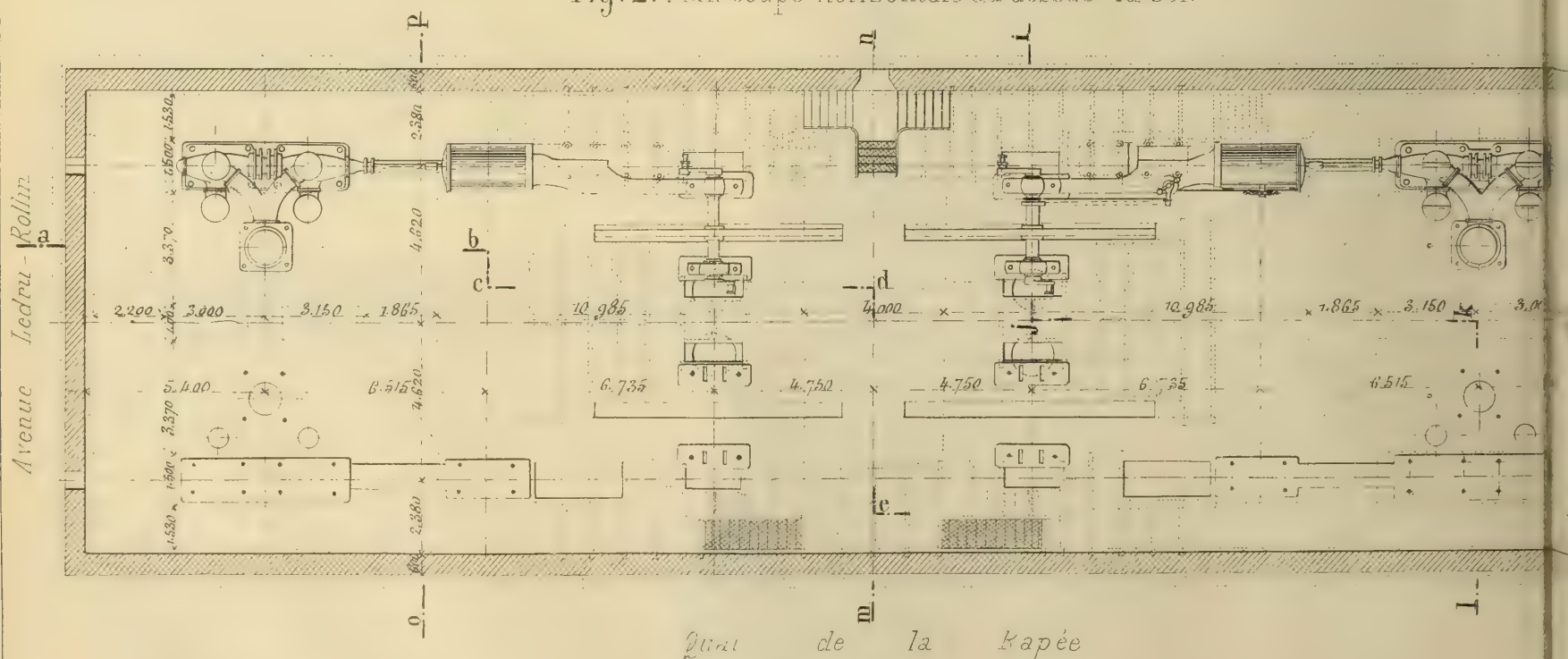


Fig. 2. Plan-coupe horizontale au-dessus du sol.



Principal.

de 1:200

Fig.4. Coupe verticale transversale suivant mn.

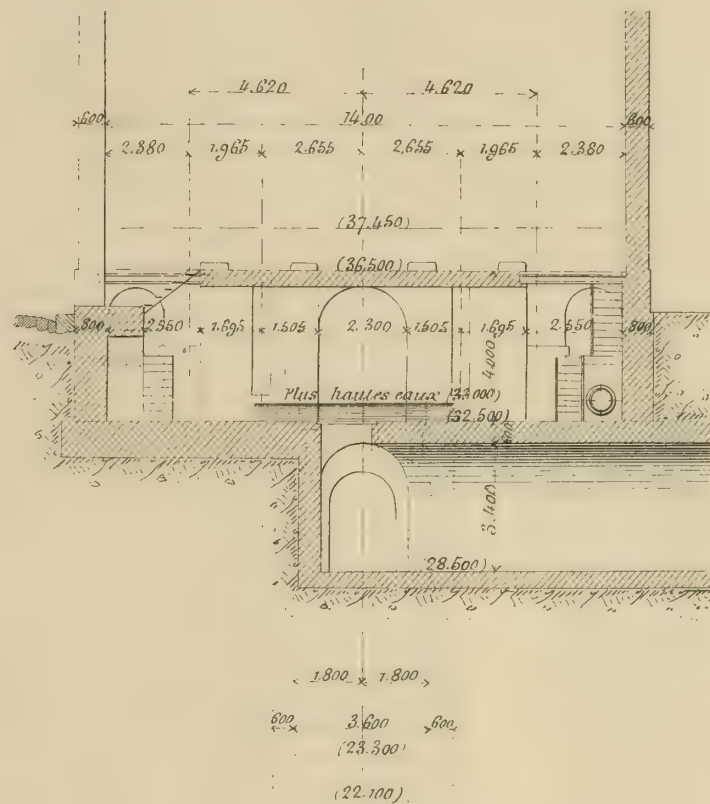
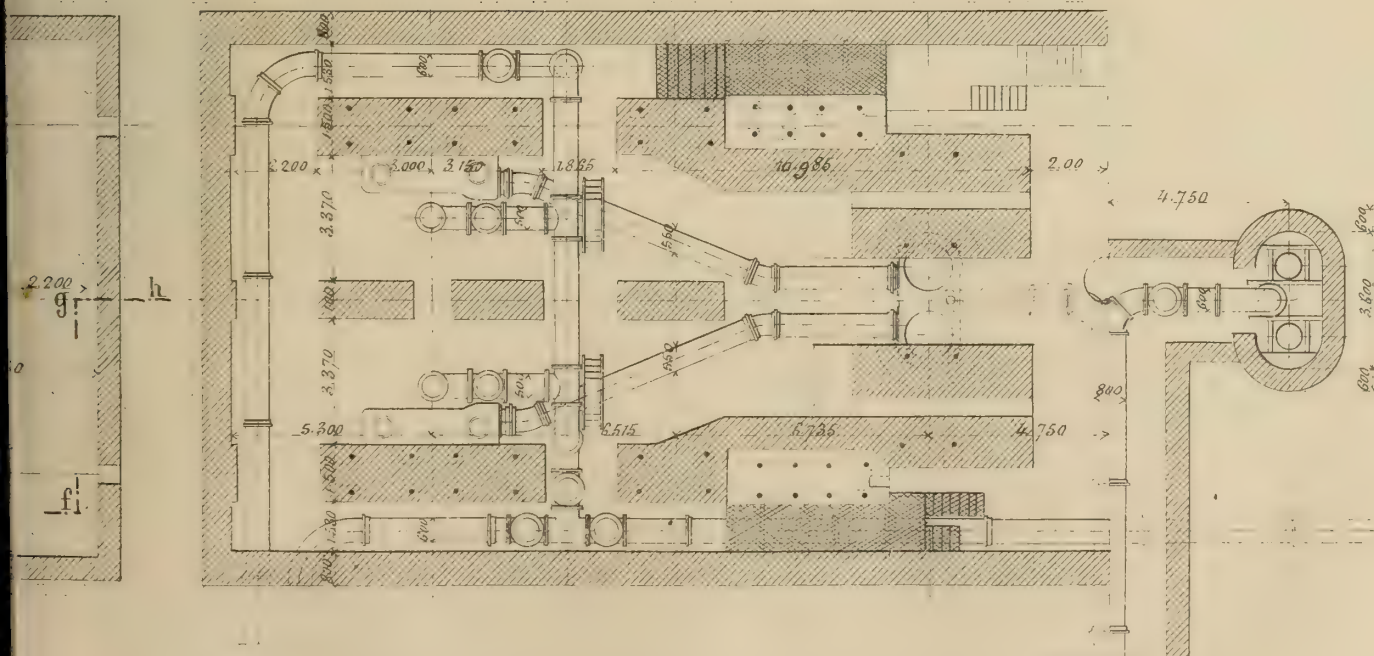


Fig.5. Coupe horizontale à la cote 35^m.000 et à la cote 30^m.000



Ad Depasse,

il passerait un peu au-dessus de Stirling : il suivrait ensuite la vallée du Forth jusqu'à Gartmore, et entrerait dans le Loch-Lomond en suivant la vallée de l'Endrick, petite rivière qui se jette dans ce lac à l'extrémité sud-est. Le canal remonterait au nord avec le lac Lomond jusque vis-à-vis de Tarbet, et passerait de là dans le Loch-Long pour déboucher, non pas dans le fleuve de la Clyde, mais dans la partie supérieure de son Firth.

Ce tracé, qui réunit les conditions d'altitude demandées, présente deux inconvénients. D'abord, il rencontre à huit milles de distance du Loch-Lomond un massif élevé formé de vieux grès rouge. MM. Stevenson proposent de remplacer, en cet endroit, les excavations par le percement d'un tunnel. La longueur totale du tunnel serait de 3^{km} 6, et sa largeur au plan d'eau, de 30^m 6 ; la voûte serait à 45 mètres au-dessus de l'eau. Un autre inconvénient de ce tracé, c'est qu'il laisse Glasgow entièrement de côté, et, comme bien l'on pense, il a rencontré de ce chef une vive opposition dans cette cité industrielle. C'est pourquoi MM. Stevenson proposent un tracé différent pour la dernière partie du canal : du Loch-Lomond, on l'amènerait directement dans la partie inférieure du Firth of Clyde, où il déboucherait presque vis-à-vis de Port-Glasgow. Ce tracé serait plus court que le premier, mais les travaux seraient plus coûteux. En outre, le canal ne présenterait pas une profondeur d'eau aussi considérable que le Loch-Long, où la profondeur uniforme du chenal est de 18 mètres.

Naturellement, la construction du canal nécessiterait celle d'un grand nombre de ponts ; mais, à part cela, elle n'offrirait pas de difficultés au point de vue de l'art de l'ingénieur.

Le point capital de la question est donc le côté financier. Les frais sont évalués à environ 200 millions de francs pour le tracé du Loch-Long et 220 millions pour le tracé alternatif. On estime le trafic annuel qui passera par le canal à 9 millions 1/2 de tonnes. En fixant le tarif à 1 shelling 1/2 par tonne, le revenu total sera de 17 millions 843 700 francs ; déduisant 1 million 1/2 pour les frais d'entretien et d'exploitation, il reste un bénéfice net de 16 343 700 francs, correspondant à un intérêt de 8 % sur le capital de 200 millions.

Le canal aurait évidemment une grande importance au point de vue commercial : il abrégierait le trajet de l'embouchure du Forth à celle de la Clyde de près de 400 kilomètres, et délivrerait les navires de la nécessité d'affronter les mers souvent orageuses du nord de l'Ecosse. Puis, comme le fait remarquer un journal de finances, Glasgow aimerait bien à disputer à Leith, à Newcastle et à Hull le commerce de la Baltique, et Leith, à son tour, serait bien aise de recevoir directement les produits d'Amérique. Le sucre brut d'Anvers et de Hambourg, qui est à présent débarqué à Leith et à Grangemouth, et envoyé de là par chemin de fer aux raffineries de Greenock, pourrait tout aussi bien faire le trajet entier par bateau.

Au point de vue stratégique, le canal aurait, en temps de guerre, une importance nationale, et au meeting d'Edimbourg, M. R.-A. Macfie prédisait que, sans un canal semblable, la flotte anglaise pouvait être emprisonnée dans la mer du Nord et que dans ce cas, elle échapperait difficilement à une destruction entière.

Chemins de fer souterrains à Glasgow et à Londres. — Parmi les nombreux projets qui seront soumis à l'approbation du Parlement, au cours de la session prochaine, deux des plus remarquables sont ceux d'un chemin de fer souterrain à Glasgow et d'un autre à Londres. Dans cette dernière ville, le *London Central Subway* serait destiné à soulager la circulation énorme de cette grande artère, qui traverse Londres de l'est à l'ouest, en partant de Bayswater, longeant le côté nord de Hyde-Park, puis se rendant sous les noms successifs de Oxford Street, Holborn, Newgate et Cheapside jusqu'à la Banque d'Angleterre, au centre de la Cité.

Le nouveau railway sera probablement caractérisé par des différences assez nombreuses avec le *Metropolitan*, et il ressemblera plutôt au *Southwark Subway*, que l'on achève en ce moment ; de fait, dans la pensée des promoteurs de l'entreprise, ces deux voies sont appelées à se joindre un peu au delà de la Banque. Au lieu d'être simplement construit en tranchée couverte, immédiatement sous le niveau de la rue, le nouveau Subway sera enfoncé à une profondeur assez considérable, 12 à 15 mètres, dans la formation argileuse ; le mode de construction à adopter serait donc naturellement le percement au moyen de l'air comprimé et du bouclier d'acier, qu'on a employé avec tant de succès pour le *Southwark Subway*. Un avantage immédiat de ce système serait que, pendant toute la durée des travaux, il ne serait porté aucune atteinte au trafic habituel et que l'on n'aurait pas à déplacer les égouts et les nombreuses conduites de toutes sortes.

D'un autre côté, la ventilation devra être d'autant plus active. On se propose encore ici de ne pas faire comme pour le *Métropolitain* : on produira la ventilation aux stations mêmes, qui seront espacées de dix minutes à un quart d'heure de marche. On peut donc se promettre qu'on y voyagera, non seulement aussi rapidement, mais aussi un peu plus confortablement que sur le *Métropolitain*. Il n'y aura pas, en tout cas, la fumée des locomotives ; la puissance motrice, dont on demande au Parlement de sanctionner l'emploi, n'est pas limitée à l'électricité, il est vrai, mais au moins les locomotives à va-

peur sont formellement exclues. Il est possible qu'on songe à l'air comprimé, mais il est bien plus probable qu'on aura recours à l'électricité, puisqu'on s'est déjà arrêté à elle pour l'éclairage du tunnel et des stations.

Naturellement, avec la grande profondeur de la ligne sous le sol, des escaliers ne donneraient pas un accès commode ; on installera donc partout des ascenseurs hydrauliques ou autres. Certainement, si le prestige des Ingénieurs qui sont à la tête de l'entreprise, peut contribuer à faire passer le Bill au prochain Parlement, Londres fera l'acquisition de cette nouvelle voie de communication ; outre le nom de M. Greathead, qui vient de faire ses preuves dans le *Southwark Subway*, nous y voyons figurer ceux de sir John Fowler et de M. Benjamin Baker, les Ingénieurs, désormais célèbres, du pont du Forth, qui est aujourd'hui complètement terminé.

A Glasgow, la ligne souterraine aura une longueur de 10 1/2 kilomètres, et il y aura, échelonnées le long de la route, une quinzaine de stations, situées à distances à peu près égales. Le mode de traction qu'on se propose d'adopter est la traction funiculaire, les machines fixes se trouvant placées à Govan. En deux endroits différents, séparés par une distance de 3 kilomètres, la voie devra être abaissée sous le lit de la Clyde. Il y aura sur toute la longueur de la route, même sous la rivière, deux tunnels jumeaux, construits côte à côte, et destinés à contenir chacun une des deux lignes. Sous la rivière, les tunnels consisteront simplement en deux cylindres de 3^m 6 et de 3^m 9 de diamètre et de 1^m 27 d'épaisseur, placés concentriquement l'un dans l'autre, à 0^m 30 d'intervalle, intervalle qui sera rempli de béton. Pour le reste du tunnel, le mode de construction variera, non seulement avec les formations géologiques qu'on rencontrera, mais encore avec les exigences du trafic, qu'on devra, bon gré mal gré, prendre en considération sur une partie du parcours. Dans la rue Buchanan, par exemple, où le sous-sol se compose de couches de sable perméable, on se proposait d'abord de construire la ligne en tranchée couverte ; mais comme c'est une des rues les plus fréquentées de la ville et qu'elle est bordée des deux côtés de riches magasins, on devra avoir recours, malgré l'augmentation considérable de frais, à l'air comprimé.

La distance entre la clef de voûte du tunnel et le niveau de la rue varie entre 6 mètres et 36 mètres au nord, et 5^m 4 et 5 mètres au sud de la Clyde. Les arches auront une élévation de 3 mètres au-dessus du niveau des rails, une largeur de 3^m 6, et seront séparées l'une de l'autre par un intervalle de 1^m 80. Ici encore, des ascenseurs hydrauliques donneront accès aux stations, qui seront situées à 9 et 42 mètres en dessous du niveau de la rue.

Constructions navales. — *Le nouveau croiseur « Blake ».* — Le *Blake*, l'un des deux plus longs et plus rapides croiseurs non cuirassés qui aient jusqu'ici été construits pour la flotte britannique, a été lancé le 24 novembre à Chatham Dockyard. Ce vaisseau, dit le journal *Industries*, a été construit d'après les dessins de M. W. H. White, Directeur de Constructions navales, et diffère sous plusieurs rapports de ceux qui existent à présent dans la flotte. Un second vaisseau, sur le même modèle, est actuellement en construction à Blackwall (Thames Iron Works). Grâce aux perfectionnements qu'on y a introduits, on estime que ces deux croiseurs surpasseront tous ceux qui existent à présent, aussi bien pour la vitesse et le poids d'armement que pour leur capacité de charbon.

La longueur du *Blake* entre perpendiculaires est de 114 mètres et sa plus grande largeur de 20 mètres ; lorsqu'il sera entièrement équipé, il aura un déplacement total de 9 000 tonnes. La propulsion est effectuée par deux hélices jumelles, actionnées par deux machines à triple détente. Tout l'appareil de locomotion a été fourni par MM. Maudsley et Field au prix total de 3 500 000 francs. Avec le tirage forcé, les machines permettront de développer ensemble 20 000 chevaux-vapeur et de donner au croiseur, en pleine mer, une vitesse moyenne de 20 nœuds.

Comme dans d'autres croiseurs de ce type, les approvisionnements et la machinerie sont protégés par un pont blindé en acier, qui, s'étendant sur toute la longueur du vaisseau, les couvre de l'étrave à l'étambot, et a une épaisseur maximum de 15 centimètres. La capacité d'approvisionnement de charbon est de 1 500 tonnes. Cette provision considérable donnera à ce croiseur un rayon d'action de 15 000 nœuds avec une vitesse réduite de 10 nœuds, et lui permettra de traverser l'Atlantique à la vitesse estimée de 20 nœuds.

Son armement sera très lourd, et consistera principalement en 2 pièces de 22 tonnes se chargeant par la culasse, et montées en canons de coursier et de retraite, sur affûts Yavasseur avec pivot central. L'armement auxiliaire comprend des canons de 15 centimètres se chargeant par la culasse, 18 canons à tir rapide et trois tubes à torpilles.

Physique industrielle. — Dans une étude présentée à l'*Institute of Marine Engineers*, M. Jos. Williams a comparé les divers systèmes actuellement en usage pour le tirage forcé et a montré les modifications que ce dernier permet d'apporter à la construction des bateaux à vapeur. L'expérience personnelle de l'auteur le porterait certainement à donner la préférence au système de M. James Howden, qui a donné jusqu'ici les résultats les plus satisfaisants. Ce qui caractérise

ce système, en effet, c'est qu'il utilise la chaleur des produits gazeux de la combustion pour chauffer l'air comburant insufflé par un ventilateur. Les deux steamers *City of New-York* et *City of Venice* qui ont adopté ce système, ont pu réaliser une économie de combustible considérable, sans que les chaudières aient souffert de la ventilation. Le tableau suivant résume l'économie réalisée sur quelques steamers par la substitution du tirage forcé au tirage naturel.

En concluant, M. le président J. Adamson exprima l'opinion qu'avec quelques améliorations et quelques changements dans la construction des chaudières, afin de les adapter au tirage forcé, l'introduction générale de ce dernier dans la pratique ne lui paraissait plus qu'une question de temps.

Nom du steamer	Dimensions en pieds (1) anglais	Espace occupé par la machinerie (chaudières et soutes comprises)		Réduction % de la chaudière	Chevaux-vapeur avec tirage naturel	Chevaux-vapeur avec tirage forcé
		Après remontage	Diminution			
<i>City of Venice</i>	373 × 38 × 29	68 pieds ²	42 pieds ²	28	4.350	4.700
<i>Ohio</i>	343 × 43 × 34 1/2	70 —	16 —	26	4.850	2.450
<i>Austrian</i>	319 × 38 1/2 × 32 1/2	45 —	28 1/2 —	54	4.450	4.400
<i>City of Canterbury</i> . .	379 × 38 × 29	64 —	46 —	57	4.350	4.700
<i>Illinois</i>	343 × 43 × 34 1/2	64 —	22 —	38	4.850	2.200
<i>Sarmatian</i>	370 × 42 × 35 1/2	49 —	75 —	63	2.000	2.200
<i>Indiana</i>	343 × 43 × 34 1/2	44 —	42 —	67	4.850	2.200
<i>Clare Gordon</i>	305 1/2 × 34 × 24	»	»	28	750	4.050

Mines. — L'épuisement des houillères. — Dans un discours présidentiel prononcé devant la *Geological Society*, à Manchester, M. Henry Hall, Inspecteur royal des Mines, est revenu sur la question de la durée d'approvisionnement des houillères d'Angleterre, question qui avait été examinée, il y a une vingtaine d'années, par une Commission Royale. Il s'est surtout attaché à comparer les hypothèses, prises alors par la Commission pour base de ses calculs, aux résultats que l'expérience des vingt dernières années a fournis à la statistique, et à en déduire la différence finale qu'il faudra introduire dans l'estimation de ladite Commission. Parmi les diverses hypothèses adoptées par celle-ci, la plus rationnelle était que la production s'accroîtrait chaque année sur celle de la précédente de 3 millions de tonnes, cette augmentation étant la moyenne annuelle des quatorze dernières années à cette époque. Dans cette hypothèse, la provision de houille serait épuisée au bout de 276 ans, à partir de 1871. En appliquant cette hypothèse à l'époque 1871-1888, M. Hall constate que la production pour l'année 1888 serait de 164 millions de tonnes; or, la statistique actuelle montre que la production a été réellement de 170 tonnes. On voit donc que cette hypothèse a fourni à la Commission une base de calcul qui ne s'éloigne pas beaucoup de la vérité, puisque la différence ne monte pas à plus de 3 %. Si nous prenons maintenant l'augmentation moyenne annuelle pour les dix dernières années (1878-1888), au lieu de prendre celle de 1855-1869, nous voyons qu'elle a été de 4 millions de tonnes au lieu de 3, et en prenant cette donnée pour base de calcul, la provision totale que la Commission royale estimait à 146 736 millions de tonnes, serait épuisée en 230 ans à partir de 1888.

Mais M. Hall est d'avis que la Commission a notablement exagéré la quantité de houille disponible, en comptant comme telle les 56 273 millions de tonnes enfouies sous le terrain permien. On ne peut guère compter, dit-il, sur une quantité quelque peu considérable à extraire à une telle profondeur et avec des difficultés qui rendent la chose impraticable; il réduit donc la provision probable à 90 207 millions de tonnes. Dans l'hypothèse d'une augmentation annuelle de 4 millions de tonnes, on arriverait donc à une durée de 171 ans à partir de 1888. M. Hall ne considère pas la possibilité d'une augmentation moyenne annuelle plus grande, ou du moins il ne pense pas que cette considération puisse fournir des bases de calcul assez sûres pour donner une estimation de quelque valeur.

Électricité. — Essais de dynamos à Deptford. — Les Ingénieurs suivent en ce moment avec attention les essais qui ont lieu à Deptford, sur l'énorme dynamo, vrai Léviathan des générateurs électriques, construite pour cette station centrale, et pour le succès de laquelle il y a eu jusqu'à présent beaucoup d'incrédulités. On aura une idée de ses dimensions colossales en se figurant son armature, qui a elle seule une diamètre de 12 mètres, et la machine qui l'actionne développant une puissance de 1 250 chevaux-vapeur. La dynamo n'a pas causé de difficultés sérieuses et s'est montrée plus traitable qu'on n'avait osé l'espérer.

Sans parler des essais préalables qui ont été faits sur le câble, en transmettant le courant électrique de l'ancienne station de la Grosvenor Gallery à Deptford, nous pouvons dire quelques mots des essais complets et définitifs des dynamos et de tout le système, qui ont commencé le 7 novembre. Ce jour-là, d'après l'*Electrical Engineer*, on trans-

mettait pour la première fois le courant de Deptford à Londres. La dynamo, dans les conditions particulières de son fonctionnement, développait alors une force électromotrice de 5 000 volts, c'est-à-dire la moitié seulement du maximum qu'elle est destinée à fournir. Ce courant à haute tension fut transmis aux Arcades Adelphi, Charing Cross, pour y être transformé d'abord à 2 400 volts et puis, au moyen d'un autre transformateur, à 100 volts, qui est la tension ordinaire.

Une soixantaine de lampes furent placées pendant quelque temps dans le circuit. La tension, telle qu'elle fut mesurée par un voltmètre Cardew, à Charing Cross, sur le circuit des lampes, était de 100 volts, et c'est aussi la force électromotrice qu'un voltmètre exactement semblable indiquait à Deptford, sur le circuit d'un transformateur identique; on n'observa donc pas de perte appréciable. Naturellement, il peut y avoir eu une perte de 10 volts environ dans le circuit des 5 000 volts, mais cela ne ferait que 0,2 %, et cette quantité est trop petite pour pouvoir être observée sur le circuit de 100 volts.

Le 18 novembre, on fit des essais analogues. Le premier dura une heure, et on transmit un courant de 23 ampères; dans le second, on transmit 43 ampères. En comptant 72 lampes d'un pouvoir éclairant de 10 bougies pour un ampère à 2 400 volts, le courant transmis pendant le dernier essai pourrait fournir un éclairage de 3 000 lampes de 10 bougies chacune.

L'isolation, que l'on a soignée spécialement, n'a pas donné la moindre difficulté; il est vrai qu'on l'avait éprouvée, avant tous les essais, jusqu'à 40 000 volts, au moyen d'une machine d'induction.

L'éclairage électrique à l'Exposition d'Edimbourg. — L'Exposition internationale d'Edimbourg, qui n'était destinée tout d'abord qu'à être une exposition d'électricité, a été organisée depuis sur un plan plus vaste, et comprendra également une section des Beaux-Arts et une section des Industries diverses. Le pont du Forth, qui va être ouvert au trafic dans le courant du mois de mars, attirera, pense-t-on, pendant tout l'été, un grand nombre de visiteurs de toutes les parties de l'Angleterre, et comme il n'est éloigné d'Edimbourg que de quelques lieues, l'Exposition bénéficiera naturellement de ce trafic. Le Comité exécutif s'est procuré un emplacement de 36 hectares, qui est situé entre les stations du Caledonian et du North British; les voyageurs, de quelque partie du pays qu'ils viennent, auront donc l'avantage, en descendant du train, de se trouver pour ainsi dire dans l'Exposition.

L'éclairage électrique, qui doit être prêt le 25 avril, comprendra 351 arcs de 1 000 bougies chacun, et 1 350 lampes à incandescence de 16 bougies. La durée totale de l'éclairage est estimée à 600 heures. La galerie des machines aura 116 arcs disposés sur 4 circuits avec des lampes disposées sur des circuits différents. Les jardins seront éclairés au moyen de 70 arcs portés sur des mâts de 18 à 24 mètres de hauteur.

Hydraulique. — Fourniture d'eau à Londres. — La moyenne de la fourniture d'eau journalière à Londres pendant le mois de septembre 1889 a été de :

92.894.080 gallons (1),	provenant de la Tamise.
58.978.775 —	de la Lea.
25.481.912 —	de puits et sources.
371.030 —	des étangs de Hampstead et Highgate.

Cette dernière n'est pas employée pour des usages domestiques.

Le total par jour était donc de 177 723 797 gallons, pour une population totale de 5 604 318 habitants; la consommation par jour par habitant a donc été de 31,71 gallons (143 litres environ) pour tous usages. Le nombre total des maisons abonnées était de 753 850, représentant une augmentation de 1 309 sur le mois précédent; la fourniture moyenne journalière par habitation monte donc à 235 gallons (1 050 litres environ).

Le rapport du général Scott au Metropolitan Board of Works pour l'année 1888 nous donne quelques chiffres d'une importance plus générale. Nous y voyons que l'eau était fournie en 1888 à 56 % du total des maisons de Londres, ce qui constitue une augmentation considérable sur l'année précédente, où la proportion était de 51 %. La consommation totale journalière montrait une diminution de 1 366 000 gallons sur l'année précédente et présentait le minimum de la consommation pendant les dix dernières années.

La fourniture totale montait à 59 000 millions de gallons, ce qui fait par habitant en moyenne 29 gallons ou 120 litres environ.

En tenant compte de l'augmentation annuelle du nombre des abonnés et de celle de la demande, le général Scott estime le maximum de la demande journalière pour l'année 1893, dans l'hypothèse que ce soit une année de sécheresse, à 230 millions de gallons. Cette quantité forme, d'après le rapport présenté par une Commission royale en 1867, les 4/5 de la quantité totale d'eau disponible, dans le bassin de la Tamise, pour les besoins de Londres. Les Compagnies qui auraient le plus de peine à satisfaire à la demande, d'après le général Scott, seraient la New River Co et l'East London Co. Pendant l'été, tout le volume de la Lea ne suffit pas à leurs besoins. Les

(1) Le pied anglais vaut 0^m 3048.

(1) Le gallon anglais vaut 4,5 litres environ.

puits qu'elles ont fait creuser peuvent leur fournir un supplément de 15 millions de gallons par jour, et l'East London a droit à une prise d'eau additionnelle à la Tamise, non loin de Sunbury, qui peut lui fournir 10 millions de gallons de plus par jour. Si les craintes un peu pessimistes du général Scott se réalisent, ces deux Compagnies se verront obligées de prendre aux puits 30 millions de gallons, et il est bien à craindre qu'en forçant le débit des nappes auxquelles ces derniers s'alimentent, elles ne perdent du côté de la Lea ce qu'elles gagnent du côté des puits.

On doit savoir gré au général Scott de ne pas avoir épargné les couleurs sombres dans son tableau, et d'avoir pris pour point de départ l'hypothèse la plus défavorable. Sans doute, les conditions excellentes dans lesquelles se trouve la distribution d'eau à Londres, au moins pour tout ce qui regarde le service privé et domestique, au milieu d'une population immense qui augmente chaque année, méritent l'admiration et ne sauraient être comblées de trop d'éloges ; mais, tôt ou tard, le problème de trouver la quantité d'eau toujours croissante pour l'alimentation des besoins de Londres en dehors du bassin de la Tamise, devra finir par s'imposer à l'attention des intéressés. Le service des eaux concentré dans l'administration du London County Council pourrait-il être organisé d'une manière plus efficace qu'il ne l'est maintenant ? Les opinions sont partagées sur cette question. Mais ce qui ne souffre pas le moindre doute, c'est qu'à mesure que les divers services publics de cette ville immense relèveront plus immédiatement de cette autorité centrale, celle-ci s'attachera avec un zèle plus uniforme et plus éclairé à les perfectionner et à imiter notamment l'exemple de Paris, pour le service public de la distribution d'eau et pour le lavage des ruisseaux. Tandis qu'à Paris, d'après les chiffres cités par M. Bechman, on fait régulièrement dans toutes les rues deux lavages des caniveaux par jour et que, principalement de ce chef, le service public réclame journellement près de 100 litres par habitant, à Londres, la consommation correspondante est inférieure à 20 litres par habitant.

G. FLOREN.

TRAVAUX PUBLICS

LE PHARE MÉTALLIQUE DE PORT- VENDRES

On a remarqué dans le pavillon du Ministère des Travaux publics, à l'Exposition de 1889, les dessins et les modèles d'un certain nombre de phares à l'huile ou électriques présentant des particularités intéressantes, entre autres des phares de Planier (Bouches-du-Rhône), de La Vieille (Finistère), des Grands-Cardinaux (Morbihan), du Grand-Charpentier (Loire-Inférieure) et de Port-Vendres (Pyrénées-Orientales). Sauf à revenir ultérieurement sur quelques-unes de ces installations établies dans des conditions de difficulté toutes spéciales, nous nous contenterons de donner aujourd'hui quelques détails sur la construction métallique du phare de Port-Vendres, dont l'originalité est à signaler.

Ce phare, tout en métal, a été construit sur l'extrémité du musoir du môle qui abrite l'entrée de Port-Vendres contre la grosse mer du large. Il est destiné à faciliter l'entrée et la sortie aux paquebots qui font un service régulier entre Port-Vendres et l'Algérie.

La construction d'une tour de phare à l'extrémité d'un môle ne présente généralement pas de difficultés exceptionnelles ; mais, au cas particulier qui nous occupe, les Ingénieurs chargés du travail, MM. Parlier, Ingénieur en chef, et Cutzach, Ingénieur ordinaire, ont eu à compter avec des sujétions anormales.

Il fallait, en effet, d'une part, éviter les conséquences d'un tassement à prévoir dans les fondations du môle, établies simplement sur des blocs artificiels, comme cela se fait le plus généralement sur le littoral méditerranéen ; d'autre part, il fallait prévoir un logement habitable et très résistant pour le gardien du feu. Le parapet du môle ne surmonte, en effet, que d'une hauteur de 4 mètres le niveau des basses mers : il en résulte que, par les gros temps, les lames balayent complètement le môle, coupant toute communication entre la terre ferme et son extrémité, qui a à supporter les plus rudes assauts.

Le mode de construction en maçonnerie a donc été écarté du programme, et l'on a résolu d'élever le feu et le logement du gardien sur une charpente métallique, à une hauteur telle, que la sécurité du service pût être assurée pendant plusieurs jours sans communications avec la terre.

Une construction métallique analogue existe déjà en France, au phare en mer de Walde, près de Calais, et l'on en trouve aussi quelques exemples à l'étranger. Mais, dans ces constructions, on a fait usage de montants inclinés, en fers pleins et ronds, reliés à l'aide de tirants munis de ridoirs. Ce principe a été montré défectueux par l'expérience : en effet, les tirants se détendent sous l'influence des vibrations que détermine le choc des lames contre la charpente ; de plus, l'entretien des vis ou des écrous de serrage destinés à conserver à l'ensemble la tension et la rigidité voulues, est une opération à peu

près impraticable. Enfin, les herbes marines et leurs parasites se logent dans les entretoisements et augmentent la surface de la charpente contre laquelle s'exercent l'action de choc des coups de mer et la pression du vent.

En conséquence, la charpente métallique du phare de Port-Vendres a été conçue et exécutée sans entretoisements. Elle se compose de six montants en fer tubulaires de 14^m 50 de longueur, disposés aux sommets d'un hexagone régulier, de 2^m 20 de côté. Chaque montant est formé de trois parties : la partie inférieure, de 0^m 30 de diamètre extérieur et de 0^m 03 d'épaisseur, est encastrée de 2 mètres dans le massif de maçonnerie qui forme la base du phare ; la partie moyenne, qui a le même diamètre et une épaisseur moindre, s'assemble avec elle au moyen d'un manchon fileté ; la partie supérieure, également vissée sur la moyenne, est assemblée à son extrémité avec le plancher métallique de la plate-forme et de la chambre de service, dont les parois sont en tôle avec revêtement intérieur en bois.

Les montants de la charpente ne se trouvent solidarisés entre eux qu'à la hauteur de 16 mètres, c'est-à-dire au-dessus du niveau où l'action des lames est réellement à craindre. La surface de l'ouvrage

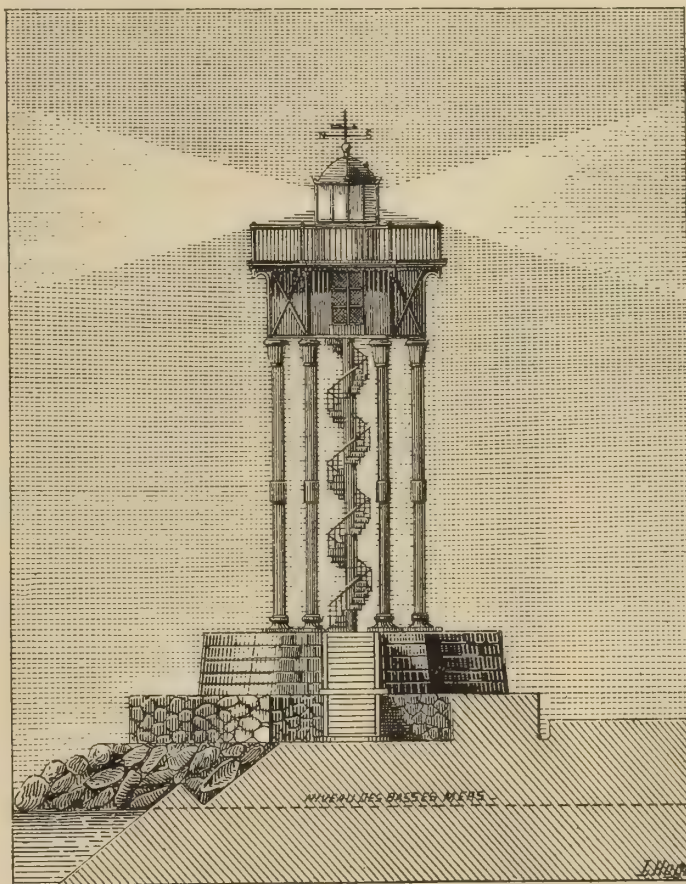


Fig. 1. — Le phare métallique de Port-Vendres.

donnant prise aux actions extérieures est ainsi réduite à son minimum.

Les montants en fer tubulaires ont été fabriqués spécialement en vue de cette construction : ce sont des fers laminés et soudés à chaud sur mandrin suivant une génératrice. A égalité de poids, le moment d'inertie de ces fers est plus considérable que celui des fers ronds et pleins ; ils s'assemblent aisément par manchons à vis, et leur assemblage donne un résultat à la fois élastique et résistant. Leur seul inconvénient, en raison de leur fabrication spéciale, est un prix de revient élevé. Il est probable que l'on pourrait plus économiquement et avec autant de sécurité, appliquer l'excellent principe de construction que nous signalons à des matériaux usuels, tels que les fournit couramment l'industrie métallurgique, soit en fer, soit même en fonte. La conséquence serait un abaissement notable du prix de revient, qui permettrait de généraliser ce genre de constructions. La dépense des travaux du phare de Port-Vendres s'est, en effet, élevée à 59 489 francs. Ces travaux ont été étudiés sous la compétente direction de MM. Bernard, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur du service des phares, et Bourdelle, Ingénieur en chef du service des phares et balises.

On accède à la chambre du gardien et à la lanterne du phare au moyen d'un escalier à vis avec noyau en fer tubulaire (fig. 1). Les contre-marches de cet escalier sont en fonte évidée et mobiles autour du noyau ; elles reposent chacune sur quatre tenons qui permettent de les faire pivoter sans que le poids des contre-marches supérieures fasse obstacle au mouvement. Les marches et la rampe sont démonta-

bles. Par suite, lorsque le temps devient menaçant, le gardien du phare peut les enlever rapidement et orienter les contre-marches suivant la direction des lames, de façon à supprimer presque complètement la prise que la mer pourrait avoir sur l'escalier. Dans ces conditions, les contre-marches forment une échelle verticale qui permet encore l'accès de la chambre et de la lanterne.

Ces précautions ne sont pas inutiles, car, depuis quatre années que le phare de Port-Vendres est construit, il a eu à supporter de très rudes assauts, sans que l'on ait eu à constater ni dégât sérieux, ni interruption de service. Pendant l'hiver de 1887-1888, notamment, une tempête d'une violence inouïe a démoli le parapet du môle au voisinage du phare et projeté des moellons jusque sur la plate-forme de l'édifice, à 18 mètres de hauteur. De gros embruns ont fréquemment recouvert la lanterne, éteint le feu de la cheminée du gardien et brisé les glaces de sa chambre. Malgré les fortes oscillations qui ont été la conséquence de ces attaques des éléments déchaînés, la stabilité de la construction n'a pas été ébranlée; on peut donc considérer le résultat obtenu comme satisfaisant.

Nous signalerons, en terminant cette note, que ce sont MM. Barbier

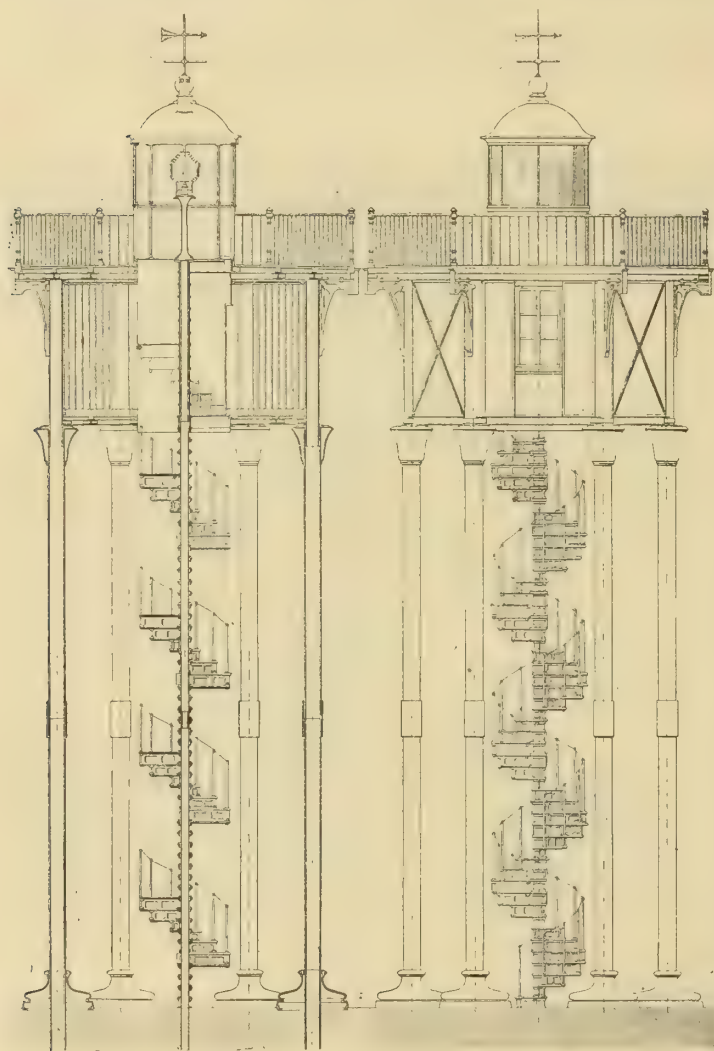


FIG. 2 et 3. — Coupe et élévation du phare métallique de Port-Vendres.

et Cie, nos excellents constructeurs parisiens, qui ont construit la superstructure métallique et fourni les appareils. Il est intéressant pour notre industrie française de constater que, dans cette spécialité, de même que pour la fourniture des machines des phares électriques, elle s'est acquise une supériorité que reconnaissent nos concurrents étrangers, et devant laquelle ils s'inclinent. C'est à nos constructeurs que revient d'une façon générale la tâche d'établir les appareils de précision qui servent au balisage des côtes dans tous les pays, et ils remportent des succès continuels dans l'accomplissement de cette tâche tout à la fois de science et d'humanité.

MAX DE NANSOUTY.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LA CÉRAMIQUE (CLASSE 20)

(Suite et fin¹.)

2° Porcelaines de table et de toilette. — Les principaux pays producteurs sont : la France, l'Allemagne, l'Angleterre, l'Autriche-Hongrie

et l'Italie. La Belgique ne produit guère que des services en faïence, dans l'usine de MM. Boch; le Japon fournit un grand nombre d'articles de fantaisie, et nous avons, à ce point de vue, signalé la concurrence sérieuse qu'il fait aux produits similaires européens.

En France, quoique les manufactures de porcelaine se trouvent un peu disséminées dans toutes les régions, l'on peut dire que les deux principaux centres de production sont le Limousin et le Berry. Dans le Berry, en général, la fabrication a pris depuis quelques années une grande extension, à cause de sa situation géographique; c'est une tête de ligne, et il se trouve à 200 kilomètres plus près de Paris que Limoges. Les fabricants du Berry ont à leur disposition les sables de la vallée du Cher, qui reviennent à très bon marché, et qui, mélangés aux argiles de Cornouailles, donnent les meilleurs résultats; leurs houilles viennent de Montceau-les-Mines, par un canal spécial, et leur excellente qualité a fait abandonner presque entièrement la cuisson au bois, très onéreuse. La cuisson au bois est cependant encore fréquemment pratiquée pour les pièces décorées sous émail, dont certaines couleurs ne pourraient s'obtenir que difficilement par la cuisson à la houille.

L'usine la plus importante du Berry est celle de MM. Hache, Julien et Cie, qui exposaient à côté de leurs porcelaines dures, une collection importante d'objets fabriqués avec la *porcelaine nouvelle*, notamment des flammés très bien réussis (procédé de M. Lauth). Cette usine possède huit fours depuis 1887 et fabrique les porcelaines de table mécaniquement, avec les machines Faure et ses nouvelles machines pour les plats ovales.

Il convient ici d'ouvrir une parenthèse et d'indiquer les grands progrès que l'emploi de ces machines a apportés tant dans la fabrication des pâtes de porcelaine que dans le façonnage définitif des pièces.

Fabrication des pâtes. — Anciennement, les pâtes étaient broyées par des meules de 0^m 80 de diamètre ou par des traineaux. La matière broyée passait ensuite au tamis, puis se rendait dans de grandes cuves où, par décantation, on retirait la plus grande partie de l'eau. La pâte mise alors dans les sacs, on opérait le raffermissement par de puissantes presses à bras. A la sortie des sacs, la pâte peut être employée, mais il est préférable de la laisser séjourner plusieurs mois dans les fosses.

Aujourd'hui, les meules sont généralement remplacées par le broyeur Alsing, sorte de cylindre fermé, mobile autour de son axe, dans lequel on mélange la matière à broyer avec de gros cailloux, pris dans le sable de la mer; le broyage est ainsi plus actif et plus productif avec une dépense de force moindre. On achève de broyer la matière en la faisant passer entre de petites meules, auxquelles un jeu d'engrenages elliptiques communique un mouvement circulaire irrégulier; la forme sphéroïdale que prennent dans cette action les molécules de pâte est préférable à la forme ellipsoïdale que donne le mouvement régulier des meules à mouvement continu. La Manufacture de Sèvres a adopté cette nouvelle disposition.

A la sortie, soit du broyeur Alsing, soit des petites meules, la pâte se rend dans un agitateur, d'où elle est aspirée et conduite dans un double tamis rotatif; les matières étrangères sont conduites dans des récipients spéciaux, et la pâte tamisée se rend dans un deuxième agitateur, où elle est aspirée par une pompe aspirante et foulante, et refoulée dans des filtres-presses qui la livrent prête à être employée ou à mettre dans les cuves de dépôt. Toutes ces opérations se faisant mécaniquement, le personnel se trouve de ce fait diminué de moitié.

Marchage et battage de la pâte. — Pour rendre la pâte homogène et évacuer l'air, on la plaçait autrefois sur des dalles ou sur un plancher zingué, où on la faisait piétiner par des hommes portant des sabots d'une forme spéciale; d'autres hommes procédaient ensuite à l'opération très pénible du battage, qui consistait à prendre une partie de la pâte et à la projeter avec violence sur une autre partie de pâte, cela trente fois de suite.

Ces deux opérations se font aujourd'hui par deux mécanismes identiques, mais de dimensions différentes, comportant un plateau zingué sur lequel deux grands rouleaux cannelés écrasent continuellement une couronne de pâte, tandis que quatre petits rouleaux verticaux la relèvent.

Façonnage des pièces. — Qu'il s'agisse de fabriquer une soucoupe, une assiette ou un plat, le travail à la main exige des ouvriers habiles. L'ouvrier prépare d'abord la housse en donnant des mouvements de montée et de descente à une balle de pâte pour lui faire prendre la forme approximative de la pâte à obtenir. La housse ayant subi un léger séchage (*ressuage*), on l'imprime sur un moule en plâtre dont le profil extérieur correspond au profil intérieur de la pièce à fabriquer. Une fois que la pièce a pris corps sur le moule, on procède au démoulage, en maintenant le fond extérieur de la pièce, que l'on détache par un simple mouvement de renversement. A l'aide d'une lame d'acier appelée *tournazin*, on enlève alors l'excédent de pâte (*tournazage*). Un ouvrier habile fait ainsi 100 assiettes de grandeur moyenne dans une journée de dix heures. Ces cent assiettes lui sont payées 5 francs.

Trois appareils suffisent aujourd'hui pour accomplir complètement le façonnage: le premier appareil fait la croûte, espèce de housse rabattue sur un plan horizontal; le deuxième appareil réalise l'applique bien centrale de la croûte sur le moule en plâtre; enfin le troisième appareil opère le calibrage parfait des produits. Un homme, aidé d'un enfant, suffit pour la conduite de ces appareils actuellement adoptés dans presque toutes les manufactures. Le prix de revient se trouve, par leur emploi, diminué de plus de moitié. C'est surtout pour la fabrication des plats ovales, qui, à la main, présentait d'énormes difficultés, que les appareils Faure rendent de grands services.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 46, p. 349.

Si nous revenons maintenant à la fabrication de la porcelaine de table en France, il faut, pour terminer ce qui est relatif à la fabrication dans le Berry, citer l'importante maison Pillivuydt, dont l'usine à Mehun-sur-Yèvre occupe plus de 1500 ouvriers.

Dans le Limousin, la fabrication est, depuis 1882, entrée dans une période décroissante. L'interruption causée par la guerre de 1870 a provoqué et occasionné la création de nombreuses et importantes usines en Bohême, en Silésie, en Thuringe, etc.; la fabrication, dans ces usines, a fait, depuis 1878, de rapides progrès, et actuellement la plupart des marchés d'Amérique sont envahis par les produits allemands et autrichiens, qui, semblables à ceux du Limousin, présentent une infériorité de prix variant entre 40 et 60 %.

Les principales causes de cette différence dans le prix de revient sont, en France, le prix plus élevé des houilles (1) et leur moins bonne qualité, les prix plus élevés de la main-d'œuvre (100 %), des transports et des frais généraux.

Ces considérations s'appliquent surtout aux articles courants, aux services en porcelaine blanche non décorée. En ce qui concerne la porcelaine décorée, elle a conservé en France son incontestable supériorité. Il était aisé de s'en convaincre en examinant les produits exposés par MM. Haviland et C^{ie}, qui possèdent à Limoges l'une des plus grandes manufactures de porcelaine de France, où ils occupent 1200 ouvriers et artistes.

Le Limousin compte encore d'autres grands fabricants, tels que Guérin, Martial Redon qui, le premier, employa les machines Faure. Toutes ces maisons produisent également des porcelaines d'art très estimées. Citons, en terminant, les beaux produits de la faïencerie de Gien, qui montrait une intéressante exposition de toute l'échelle des tons et demi-tons qu'on obtient avec le cuivre.

3° FLEURS EN PORCELAINE.

La fabrication des fleurs en porcelaine est de création relativement récente et est encore exclusivement française. Depuis 1837, époque de sa création par M. Dartout, elle a pris une extension considérable, et les résultats obtenus sont très curieux. Des femmes fabriquent ces fleurs en maniant les pâtes avec la main et le concours d'une spatule; les produits sont cuits au bois et peints ensuite à froid. M. Dartout occupe à Paris plus de 60 artistes pour le modelage des fleurs, leur coloris et leur montage.

Parallèlement à l'exposition de M. Dartout, il faut citer celle de M. Boussard.

4° ÉMAUX.

Sous le titre « émaux », nous entendons parler des peintures d'émail appliquées sur des métaux tels que l'or, l'argent et surtout le cuivre.

En général, on désigne sous le nom d'émaux, les composés à base métallique proprement dits qui servent à colorer et à décorer les produits céramiques de toutes sortes. A cet effet, les oxydes métalliques mélangés à des fondants, tels que les silicates ou borates, sont broyés après leur fusion en masse dans les creusets; la poudre très fine obtenue est mêlée à un mucilage quelconque, gomme, miel, etc., et mise en suspension, délayée dans l'eau. L'émaillage se fait alors au pinceau, soit sur la terre crue, soit sur la terre ayant subi une première cuisson et destinée à être soumise à une seconde cuisson avec l'émail. Enfin, le procédé le plus généralement employé dans la décoration des pièces devant présenter, au point de vue artistique, un grand fini, consiste dans l'application sur la pâte crue ou cuite d'une première couche d'émail blanc devant servir de fond, et sur cet émail cru séché, qui se présente sous forme de poussière adhérente à la pâte, on applique au pinceau les émaux de couleur préparés comme il vient d'être dit plus haut. Il va sans dire que ce dernier mode de décoration présente de très grandes difficultés.

Ces mêmes émaux servent à la décoration des métaux et pour obtenir ces œuvres d'art qui tiennent à la fois à l'orfèvrerie, à la bijouterie et à la peinture proprement dite.

M. Paul Soyer est l'un des peintres émailleurs les plus renommés, et son exposition, à côté d'œuvres purement personnelles, renfermait bon nombre de très belles reproductions d'émaux dits de Limoges. M. Grandhomme mérite également d'être signalé pour la perfection de ses produits.

5° MOSAIQUES.

La mosaïque, qui est un art d'origine italienne, a été, jusqu'à notre époque, le privilège presque exclusif de l'Italie. Aujourd'hui, cet art est très en honneur en France, où un grand nombre d'ateliers se sont créés. A part quelques panneaux dans la section belge, nous n'avons vu de mosaïques dans aucune autre exposition étrangère.

Si l'art de la mosaïque a tant tardé à s'introduire en France, c'est qu'il n'existait aucune usine capable de fournir les *smalts*, émaux spéciaux nécessaires à cet art. Actuellement, M. Guilbert Martin, le représentant le plus autorisé de la mosaïque en France, possède une palette d'émailleur comprenant une gamme de plus de 500 tons, qui ne le cèdent en rien à ceux des mosaïstes de Rome ou de Murano.

Mosaïque d'émail. — Pour faire de la mosaïque d'émail, l'on découpe de petits cubes de verre coloré d'émail suivant les teintes à obtenir. Pour obtenir les ors, on fixe sur une feuille de verre une feuille très mince d'or, et l'on coule alors sur le tout la couche d'émail; la platine obtenue est séchée et débitée en petits cubes.

Les cubes d'émail préparés, deux méthodes s'emploient pour parfaire un panneau en mosaïque:

1° Dans la *méthode romaine*, la plus ancienne et celle qui donne les résultats les plus nets, la face murale est creusée à la profondeur voulue, et sur le fond de pierre, l'on dresse une aire de plâtre sur laquelle on décalque le dessin à reproduire. Le plâtre est à mi-épaisseur remplacé successivement par du mastic, dans lequel on enfonce, en suivant les indications du dessin modèle, les petits cubes d'émail; le mastic prend corps avec le plâtre et en acquiert la dureté;

2° Dans la *méthode vénitienne*, le dessin, au lieu d'être décalqué directement sur le plâtre, est décalqué sur une feuille de papier dressée sur une table horizontale; la feuille est enduite de gomme ou d'un mélange transparent quelconque, dans lequel on place les petits cubes d'émail; l'ensemble est alors redressé verticalement et placé sur le mur enduit de plâtre et de mastic. On fait disparaître la feuille de papier en frottant avec une brosse de chiendent et lavant à l'eau acidulée. Le papier disparu et la mosaïque bien dressée, une couche de lait de chaux très étendu remplit les petits vides qui auraient pu rester entre les cubes; l'on procède alors à un dernier lavage, et la mosaïque est terminée. Cette méthode, plus expéditive et moins coûteuse, ne s'emploie pas avec fruit lorsqu'il s'agit de reproduire des dessins compliqués.

Les mêmes méthodes s'emploient pour la mosaïque de marbre, les dallages par exemple.

Parmi les mosaïstes qui figuraient dans la section française, il faut citer en première ligne M. Guilbert-Martin, qui a été, avec M. Facchina, le créateur de la mosaïque en France; son usine, à Saint-Denis, fabrique spécialement des émaux en galettes, baguettes et tubes de toutes couleurs, et alimente presque à elle seule toutes les fabriques d'articles de verroterie. Parmi les pièces les plus remarquables en mosaïque d'émail qu'il exposait, nous citons: la Cléopâtre, reproduction d'une aquarelle de Gustave Doré; les Armes de la Ville de Saint-Denis, avec deux figures allégoriques dessinées par M. Chassevent; une tête de Christ, d'après M. Hébert; enfin la fontaine monumentale qui était placée dans la galerie de trente mètres, dessinée par M. Luc Olivier Merson.

M. Facchina, Italien établi depuis vingt ans à Paris et qui a exécuté les mosaïques de l'Opéra de Paris, exposait des copies de deux fresques vénitienes supérieurement rendues.

Au nombre des mosaïstes français, il faut compter M. Bapterosses, dont l'établissement de Briare est, au point de vue de l'organisation sociale et de l'installation mécanique, l'un des plus beaux et des plus importants du monde. Cette maison produit surtout des boutons et des perles fabriqués au moyen d'une pâte formée principalement de feldspath; elle fabrique quotidiennement plus de 10 000 kilogr. de matière, représentant environ 8 millions d'objets, dont les $\frac{3}{4}$ sont destinés à l'exportation. Une ferme de 200 hectares est spécialement exploitée pour la production du lait nécessaire à la préparation des pâtes.

Citons encore la porte monumentale qui était exposée dans la galerie de trente mètres par la Manufacture Nationale de mosaïque, et enfin les mosaïques de MM. Zanussi et Zambon.

Dans la section italienne, on remarquait les œuvres de Salviati dans le style byzantin, celles de Seguto, de Venise, et enfin les mosaïques en pierre dure de Florence d'Ugolini.

La mosaïque a joué un grand rôle dans la décoration extérieure et intérieure des divers pavillons de l'Exposition: les façades des sections italiennes, de la Serbie, l'intérieur du pavillon du Gaz, nous ont montré tout le parti que l'on peut en tirer.

6° GRÈS CÉRAMES

A côté de l'art de la mosaïque, il faut placer l'industrie relativement neuve de la fabrication des grès cérames.

L'on fait aujourd'hui en grès cérames des carreaux de revêtement imitant les mosaïques, d'une richesse qui ne manque pas de distinction et d'une grande dureté.

L'élément constitutif de la pâte est une roche feldspathique dure, mais fusible, à laquelle on mélange de l'argile en petites proportions. La roche, successivement broyée et porphyrisée, est raffermie dans des fours, où on fait écouler l'eau par pression atmosphérique. Le moulage s'effectue alors dans des moules métalliques à parois très résistantes, qu'on soumet à une pression considérable sous l'influence d'une presse hydraulique. Le moule comporte un cloisonnement métallique en fer-blanc ou en cuivre, plus ou moins compliqué, suivant la nature du dessin à obtenir. Sur une table bien dressée, le moule du carreau circule dans un sens déterminé, et passe successivement entre les mains des différentes ouvrières, qui mettent la terre colorée par un oxyde métallique dans la case convenable, et la compriment avec une main en fer-blanc. Les diverses couleurs placées dans leur case, on remplit la plus grande épaisseur du moule de terre commune non colorée; le tout est comprimé à refus. On démoule, on laisse sécher et l'on porte à cuire.

L'usine française de MM. Boch, qui, sous des raisons sociales différentes, embrasse une grande partie de l'Europe céramique, est située à Louvroil-lez-Maubeuge; elle fabrique exclusivement des carreaux en grès cérames pour parements et revêtements. Pour juger de l'importance de cette fabrication, il suffit de dire que l'usine emploie annuellement 5 millions de kilogr. de matières premières, tant en terres plastiques qu'en feldspaths provenant d'Angleterre, du Luxembourg et des environs de Maubeuge.

Il y a un certain nombre d'années, cette maison semblait, concurrentiellement avec MM. Maw et C^{ie} en Angleterre, avoir le monopole de cette fabrication; il s'est depuis fondé en France des usines dont l'importance va en augmentant. Parmi les plus remarquables, il faut citer celle de M. P. Charnoz, dont l'exposition témoignait de progrès considérables. Sa mosaïque, dite géométrique, c'est-à-dire dont tous

(1) Les charbons ne coûtent en Allemagne et en Autriche que 8 à 12 francs la tonne; tandis que, transportés au centre de la France, ils coûtent de 22 à 28 francs.

les éléments ont des formes géométriques simples, dérivées les unes des autres, lui permet de faire des carrelages décoratifs à des prix peu élevés.

MM. Sand, Simons et C^{ie}, et de Smet avaient des expositions analogues et très remarquables.

DEUXIÈME PARTIE

Céramique de bâtiment et de construction. — Accessoires.

Ce chapitre comporterait un développement encore plus considérable que le premier, si nous avions à traiter ici de tout ce qui est relatif à la céramique de bâtiment et de construction. Mais notre but est de limiter notre étude aux objets qui étaient exposés dans la classe 20, laissant de côté les classes 41, 51, 63 et 66, et nous bornant, par conséquent, à la céramique appliquée à l'ornementation et à la décoration architecturale, aux poteries et faïences décoratives.

Si pour les porcelaines et faïences d'art proprement dites, nous avons constaté avec regret le peu de formes nouvelles, la constante résurrection du vieux, le fanatisme du poncif, il nous faut au contraire saluer avec admiration les progrès considérables que les efforts d'industriels de haut mérite, tels qu'Emile Muller, Lœbnitz, Parvillée et Boulenger ont apportés, non-seulement dans la qualité de leurs fabrications, mais dans l'architecture même, en y introduisant d'une façon heureuse et définitive leur art merveilleux.

Les architectes de l'Exposition ont admirablement compris tout le parti que l'on pouvait tirer d'un mode de décoration qui n'était autrefois employé qu'avec la plus grande parcimonie. L'élément matériel de construction, tel que la brique et la tuile, est devenu élément décoratif; il suffit, pour s'en convaincre, de jeter un coup d'œil sur la couverture en tuiles émaillées des dômes de M. Formigé, dont l'exécution, parfaite en tous points, est due à M. Muller. La céramique a permis d'habiller brillamment et chaudement les maigres et osseuses charpentes en fer; en un mot, grâce à elle, l'architecture sort des sentiers battus, elle a trouvé une formule nouvelle.

Il n'est pour ainsi dire pas de pays qui ne produise de la céramique de construction; nous en avons trouvé quelques échantillons dans les pays neufs, tels que les républiques de l'Amérique du Sud. Les pays les plus productifs, et qui non seulement se suffisent à eux-mêmes, mais encore ont un commerce d'exportation très étendu, sont: la France, l'Angleterre, l'Allemagne, l'Autriche et la Belgique.

Après avoir cité à nouveau les beaux produits de la maison Doulton, il nous reste à passer en revue les principales expositions individuelles et collectives de la section française.

Lave émaillée. — L'utilisation de la lave comme matériel de construction, ses applications à l'art et à l'industrie, son émaillage même par le procédé découvert par Mortrègue, ne sont pas choses nouvelles; mais M. Gillet imagina, en 1883, la *reconstitution de la lave*. En broyant, porphyrisant cette lave, et la mêlant à une terre servant de liant, il en fait une matière maniable, comme la pâte des faïenciers, et par conséquent susceptible de prendre des formes variées; ainsi *reconstituée*, elle reçoit l'émail par les mêmes procédés que la lave naturelle. La lave reconstituée a sur les faïences, en dehors des facilités de fabrication, l'avantage d'une dureté et d'une inaltérabilité infiniment plus grandes. M. Gillet exposait d'intéressantes reproductions de panneaux anciens de céramique persane, chinoise, mauresque. Il fait également en lave émaillée des tables pour laboratoires, telles que celles exécutées pour le laboratoire de l'institut Pasteur, les laboratoires de l'Ecole Centrale. Il emploie encore la lave à la fabrication des cuves pour accumulateurs, pierres à évier, auge, bassins, etc.

Panneaux décoratifs, cheminées, tuiles, briques, etc. — L'usine de MM. Emile Muller et C^{ie} est la plus remarquable qui existe actuellement en France au point de vue de l'industrie faïencière; elle présente une surface de trois hectares, et sa production annuelle atteint près de trois millions. Ses nouvelles tuiles à double emboîtement, ses briques émaillées, sont aujourd'hui universellement employées. C'est à cette maison qu'a été confiée l'exécution des parties les plus délicates et les plus difficiles des palais du Champ de Mars. On remarquait, en outre, dans son exposition de la classe 20, deux remarquables frises, dont l'une a été acquise par le musée des Arts décoratifs.

M. Lœbnitz a également exécuté une grande partie des céramiques des palais de l'Exposition notamment. Dans sa belle exposition de la classe 20, figurait une cheminée très décorative en faïence, des faïences et terres cuites pour appareils de chauffage, qui sont depuis longtemps très appréciées, etc.

A côté de leurs produits courants et de leurs belles imitations de faïences persanes, MM. Parvillée exposaient leurs essais d'une porcelaine nouvelle émaillée destinée à la confection des briques, tuiles, carreaux et autres matériaux céramiques employés dans la construction. Voici ce que dit à ce propos l'inventeur: « En général, l'émaillage, au lieu de rendre les tuiles inaltérables, produit l'effet contraire. Tous les produits de ce genre jusqu'ici employés dans la construction sont généralement faits d'argile ferrugineuse plus ou moins dégraissée par du sable; le vernis est plombifère, il y a souvent interposition d'engobe pour les colorations jaunes ou vertes; et toujours cet engobe a hâté la détérioration qui est principalement due à l'action de la gelée. Des essais nombreux ont permis de constater que l'inaltérabilité est en raison directe de l'imperméabilité. D'autre part, il a été constaté que les terres cuites, faïences, etc., absorbent une moyenne de 25 % de leur volume d'eau. Il en résulte qu'un grand et subit abaissement de température produit la destruction de la matière. La seule matière susceptible d'offrir sur les autres l'avantage d'une durée absolue est la porcelaine. »

MM. Parvillée ont su, par leurs compositions spéciales, fabriquer des produits en porcelaine d'un prix de revient qui n'excède guère

de plus d'un quart celui des poteries ordinaires. Ces nouveaux produits ont trouvé leur première application dans divers palais de l'Exposition.

L'établissement de M. Boulenger, situé à Choisy-le-Roi, fabrique principalement des pièces pour articles de ménage, tables, toilettes, etc., en blanc, décor et impression chromo-lithographique. Elle produit également des majoliques, des émaux et pâtes de couleurs. Dans son exposition se trouvait une fort belle pièce de 2 mètres de hauteur représentant un paon sur une coupe.

Il nous reste à citer les expositions de MM. Peyrusson, Brault, Roy, et enfin l'Union céramique et chauffournière, qui avait réuni dans un pavillon spécial, les produits de ses divers membres, parmi lesquels nous mentionnerons en particulier MM. Gastellier et Simon.

M. Simon a transformé le four circulaire continu Hoffmann pour la cuisson des produits céramiques, et les perfectionnements qu'il y a apportés rendent ce four plus économique tant au point de vue de la construction qu'à celui de la dépense de combustible. Le four est rectangulaire. Les dispositions spéciales de foyers d'enfumage préalable, empêchant l'humidité de se condenser sur les pièces les plus éloignées du feu, donnent d'excellents résultats. Enfin, un perfectionnement récent consiste à rendre les chambres d'enfournement extensibles; à cet effet, un dispositif spécial permet d'élever ou d'abaisser le sol des galeries d'enfournement.

A. MOSTICKER

Ingenieur des Arts et Manufactures.

INFORMATIONS

La production des vins français en 1889.

La direction des contributions indirectes vient de donner les résultats de la récolte des vins en France pendant l'année 1889. Comparée à la production de 1888, cette récolte accuse une réduction de 6 878 579 hectolitres. A part la région de l'Est, où les vendanges ont donné une augmentation d'environ 480 000 hectolitres, tous les départements vinicoles sont en perte: le tableau suivant indique les variations d'une année à l'autre:

	1889	1888		1889	1888
	hectolitres	hectolitres		hectolitres	hectolitres
Ain	118.153	157.732	Loiret	152.796	272.261
Aisne	44.800	38.050	Lot	68.380	73.428
Allier	114.093	269.420	Lot-et-Garonne	224.998	265.270
Alpes (Basses)	18.632	87.075	Lozère	2.013	2.588
Alpes (Hautes)	29.339	32.835	Maine-et-Loire	437.900	660.658
Alpes-Maritimes	20.840	71.287	Manche	"	"
Ardeche	87.576	78.190	Marne	277.727	210.459
Ardennes	6.079	3.870	Marne (Haute)	319.466	284.518
Ariège	42.040	99.612	Mayenne	4.310	3.629
Aube	422.591	311.652	Meurthe-et-Moselle	493.200	414.127
Aude	2.376.601	2.861.057	Meuse	253.084	148.476
Aveyron	41.233	43.816	Morbihan	26.165	32.530
Bouches-du-Rhône	652.057	996.035	Nièvre	96.161	72.428
Calvados	"	"	Nord	"	"
Cantal	525	959	Oise	3.681	2.183
Charente	104.328	118.429	Orne	"	"
Charente-Inférieure	404.505	405.269	Pas-de-Calais	"	"
Cher	104.412	110.738	Puy-de-Dôme	545.755	1.097.680
Corrèze	22.847	34.434	Pyrénées (Basses)	134.743	367.943
Côte-d'Or	501.357	701.016	Pyrénées-Hautes	66.754	86.299
Côtes-du-Nord	"	"	Morbihan	80.380	109.926
Creuse	121	137	Pyrénées-Orientales	781.487	1.121.822
Dordogne	101.715	105.000	Rhône	250.708	367.271
Doubs	33.261	115.550	Saône (Haute-)	70.810	144.209
Drôme	74.635	98.742	Saône-et-Loire	465.234	668.882
Eure	5.364	8.480	Sarthe	80.380	109.926
Eure-et-Loir	17.856	18.587	Savoie	83.818	155.202
Finistère	"	"	Savoie (Haute-)	80.495	96.762
Gard	1.449.016	1.466.310	Seine	15.622	15.755
Garonne (Haute-)	394.329	765.286	Seine-Inférieure	"	"
Gers	943.387	932.605	Seine-et-Marne	53.060	41.500
Gironde	2.118.516	3.000.000	Seine-et-Oise	138.251	118.079
Hérault	4.418.495	4.507.775	Sèvres (Deux-)	50.508	70.768
Indre	56.287	122.110	Somme	"	"
Indre-et-Loire	416.620	620.830	Tarn	55.474	100.047
Isère	206.961	356.107	Tarn-et-Garonne	217.371	254.539
Jura	94.259	308.269	Var	216.474	329.740
Landes	281.289	276.958	Vaucluse	103.023	168.345
Loir-et-Cher	519.620	724.598	Vendée	179.464	223.076
Loire	230.066	261.197	Vienne	156.056	247.358
Loire (Haute-)	46.936	96.270	Vienne (Haute-)	385	4.052
Loire-Inférieure	372.000	1.116.000	Vosges	170.085	157.107
			Yonne	337.618	304.329

Cette diminution de rendement est due non seulement aux maladies parasitaires de la vigne (*mildew*, *black-rot*), au phylloxera, mais surtout aux perturbations atmosphériques. Les pluies persistantes ont nuí à la floraison. La sécheresse, surtout dans le Midi, a contrarié le développement du raisin. Enfin, dans le Centre et dans l'Ouest, les gelées hâtives de septembre et d'octobre, venant après les grêles du mois d'août, ont eu une influence défavorable sur les vignes, au moment même où le grain mûrit et prend sa teneur alcoolique.

La production de 1889, évaluée ainsi à 23 millions d'hectolitres, est la plus faible qui ait été constatée depuis vingt ans. L'année la plus favorisée a été 1875: les viticulteurs ont emmagasiné 84 millions d'hectolitres de vin. C'était, il est vrai, une récolte exceptionnelle et, avant l'invasion du phylloxera, la récolte était d'environ 50 millions d'hectolitres. On voit combien notre vignoble a été atteint et quelles

pertes l'agriculture a subies. Néanmoins, des efforts très importants ont été faits pour reconstituer les vignes détruites. Ainsi, la superficie des vignobles de l'Hérault, qui était de 199 000 hectares en 1875, s'est trouvée réduite à 86 000 hectares en 1887. Depuis, des replantations ont eu lieu. En 1888, le vignoble de l'Hérault était déjà de 111 000 hectares; il est remonté à 131 000 en 1889.

Mais cela ne compense pas les pertes éprouvées d'autre part, et la consommation, malgré la réduction constatée dans les pays vinicoles eux-mêmes, a ses exigences impérieuses. De là les importations de vins étrangers. En raison même de l'amélioration de la récolte constatée en 1888, les entrées de vins étrangers n'ont été que de 9 millions $\frac{1}{2}$ d'hectolitres pendant les onze premiers mois de l'année 1889, contre 12 millions dans la période correspondante de 1888. Il faudra se résoudre à voir, l'an prochain, les importations remonter au chiffre de 1887 et peut-être même le dépasser. C'est d'autant plus probable que l'on s'ingénie à empêcher la France de se rendre de moins en moins tributaire de l'étranger. A un moment donné, on a espéré que le vin de seconde cuvée, ou vin de sucre, pourrait fournir une boisson de beaucoup préférable aux mixtures alcooliques débitées sous le nom de vins. Il faut abandonner ces espérances. La production des vins de marc, qui avait atteint 2 688 000 hectolitres en 1886, est descendue à 2 387 000 hectolitres en 1888, pour tomber à 1 471 000 hectolitres en 1889.

Les vins de raisins secs avaient progressé de 1 533 000 hectolitres, chiffre de 1886, à 2 220 000 hectolitres en 1888. L'année dernière, la production n'a été que de 1 826 000 hectolitres.

Les vignobles algériens continuent à progresser. De 69 666 hectares en 1886, leur superficie est passée en 1889 à 94 842 hectares. Malgré les mauvaises conditions climatiques dans lesquelles la maturation du raisin s'est effectuée, la récolte a été cette année de 2 millions $\frac{1}{2}$ d'hectolitres, ce qui ne constitue qu'une moins-value de 216 000 hectolitres sur la production de 1888.

Diminution dans la production du gaz naturel à Pittsburg.

La production du gaz naturel vient de subir à Pittsburg une diminution considérable. Pour obvier à la réduction de pression souterraine, on a remplacé les conduites par d'autres de plus fort diamètre, et on en a augmenté le nombre, mais sans résultat bien sérieux. Les premiers symptômes d'épuisement se sont manifestés à la fin de l'hiver dernier, mais le retour de la chaleur avait relevé la pression. Depuis que la température s'est remise au froid, l'émission du gaz a encore diminué.

Les Compagnies qui l'exploitent ont invité les usines à ne l'employer que pendant la nuit, c'est-à-dire au moment où la consommation domestique est le plus faible. Un grand nombre de manufactures sont décidées à revenir au chauffage par la houille, et quelques-unes l'ont déjà fait. Un certain soir, toutes les installations de lumière électrique de Pittsburg ont dû être arrêtées faute de gaz.

Les mêmes faits se produisent dans les districts environnants : plusieurs Compagnies augmentent leurs prix ou refusent de fournir du gaz pour la consommation industrielle, le réservant pour les usages domestiques.

Appareil pour séparer les particules métalliques des matières terreuses.

M. T.-B. Sharp, Ingénieur à Birmingham, vient d'imaginer un appareil pour séparer les particules métalliques mélangées à des matières terreuses. Ce séparateur consiste en un tube vertical dans lequel l'eau s'élève lentement suivant une vitesse déterminée. On envoie dans ce tube le mélange de particules métalliques et de terre; les premières tombent plus rapidement au fond et sont recueillies dans un réservoir inférieur, tandis que les autres montent avec l'eau et vont à la décharge. En admettant, par exemple, que dans un tube plein d'eau tranquille, les particules métalliques tombent à raison de 9 mètres par minute, tandis que les autres ne parcourent que 6 mètres dans le même temps, il suffira de donner à l'eau une vitesse de 7^m 50 dans le tuyau; les matières terreuses seront emportées par le courant, et les matières métalliques descendront à raison de 1^m 50 par minute.

Le chemin de fer transsibérien.

Le *Génie Civil* a parlé dernièrement du chemin de fer transcaucasien (1) que l'Etat avait racheté à la Compagnie concessionnaire; voici maintenant que le projet du *Grand Central asiatique*, dont le comte Ignatieff et le baron Korff, gouverneurs généraux en Sibérie méridionale, sont les plus ardents promoteurs, est à la veille de recevoir un commencement d'exécution.

Les études de ce railway monstre, ordonnées en juillet 1887 par ukase impérial, ont commencé au mois d'août de la même année, en deux points différents : Tomsk, centre de la ligne, et Vladivostok, le terminus. Il a été dressé par les Ingénieurs des voies et communications, 800 kilomètres de projet. Depuis, les travaux, opiniâtement poussés, ont permis le levé de 3 000 kilomètres.

On estime généralement que la construction de cette ligne ne saurait être entreprise simultanément sur plusieurs points. Outre que l'effort financier à réaliser est énorme, il est possible d'utiliser provisoirement

les communications fluviales établies depuis nombre d'années dans les bassins de l'Ob et de l'Amour.

La section du chemin de fer qui paraît la plus urgente, est celle qui réunira ces deux bassins; elle part de l'importante ville de Tomsk, passe à Atchinsk, Krasnojarsk, Kansk, Nijné-Oudinsk, Irkoutsk, Tchita, et aboutit au petit port de Strétenok, sur la Chilka. La longueur totale de ce parcours atteindra tout près de 3 000 kilomètres, mais les difficultés à vaincre sont assez sérieuses, surtout dans le pâté montagneux de la Transbaïkalie.

En outre des obstacles naturels, fleuves à franchir, chaînes à escalader ou à percer en tunnel, les fournitures métalliques seront très difficiles; d'ailleurs la Sibérie ne possède encore qu'une industrie métallurgique très primitive, et la main-d'œuvre est accaparée par les mines d'or.

Le chemin de fer pour bateaux de Chignecto.

Nous avons décrit précédemment dans le *Génie Civil* (1), le projet de chemins de fer pour bateaux que le capitaine Eads avait étudié pour franchir l'isthme de Tehuantepec: un travail analogue est en cours d'exécution dans l'isthme de Chignecto, qui sépare le golfe du Saint-Laurent de la baie de Fundy. Les navires qui doivent passer de l'un à l'autre sont actuellement obligés de contourner la côte orientale de la Nouvelle-Ecosse, les voiliers par les détroits de Caun, les steamers par le Cap Nord, ce qui augmente le trajet de 500 milles marins pour les premiers et de 700 pour les seconds. Le raccourcissement dû au chargement des navires sur voie ferrée sera de 10 à 14 jours pour les voiliers et d'un espace de temps correspondant à la distance épargnée par les steamers.

L'isthme a 27 kilomètres seulement de longueur: la voie ferrée réunit Amherst sur la baie de Fundy à Tidmish sur le golfe du Saint-Laurent. A Amherst, les navires entreront dans un petit bassin fermé par une porte de marée et communiquant avec un second dock où se trouvera le gril de relevage. Ce gril porte de chaque côté 10 presses hydrauliques de 0^m 625 de diamètre avec une course maximum de 12 mètres. Les têtes des pistons sont reliées par des chaînes d'acier aux traverses du gril. Ce dernier a 70^m 50 de longueur sur 18 mètres de largeur, et porte une double voie à écartement normal, destinée à recevoir le bois sur lequel reposera le navire. Une usine hydraulique, des remises pour locomotives, et un chenal d'approche complètent l'énumération des travaux à exécuter de ce côté.

A Tidmish, où les variations du niveau de la mer sont insignifiantes, on n'a pas cru devoir employer de bassin d'approche. On s'est contenté de creuser un chenal et de le protéger par des estacades. Le dock de levage est identique à celui d'Amherst. La ligne qui réunit ces deux ports est droite et se compose d'une double voie en acier avec rails de 55 kilogr. au mètre courant. Elle présente quelques tranchées assez profondes dans le roc et des remblais importants sur d'autres points. Elle pourra porter des navires de 2 000 tonnes.

Les travaux ont été commencés à la fin de 1888, par M. Ketchum, auteur du projet, qui s'est assuré le concours comme Ingénieurs-conseils de sir John Fowler et de M. B. Baker, les constructeurs du pont du Forth. Actuellement, d'après l'*Engineer*, auquel nous empruntons les détails qui précèdent, il y a 19 kilomètres de voie complètement achevés, les terrassements des docks sont au niveau de fondations et on va commencer les maçonneries. On espère pouvoir ouvrir le trafic dans le courant de l'année.

L'Obélisque du Central Park à New-York.

Nous avons donné autrefois dans le *Génie Civil* (2) les détails relatifs à la réfection de l'obélisque transporté d'Egypte à New-York et installé au Central Park. Le procédé employé consistait à enlever les écailles qui s'étaient formées, puis à revêtir le monolithe d'une couche de paraffine destinée à empêcher l'humidité de pénétrer la pierre, et posée à chaud, afin de l'introduire dans les pores. Il paraît que les résultats obtenus sont tout à fait insuffisants, car l'*Engineering News* nous apprend que, en dépit de cet enduit, l'obélisque continue à s'écailler sous l'action des intempéries, et que le professeur Eggleston conclut à l'enlever du Central Park et à le placer sous le dôme du « Museum of Art », faute de quoi il achèverait de se détériorer complètement.

L'humidité et le pouvoir éclairant du gaz.

La question de savoir si l'humidité exerce une influence quelconque sur le pouvoir éclairant du gaz, a été rarement traitée. On a bien souvent observé ce fait, que les becs de gaz paraissent éclairer moins bien lorsque l'air était plus ou moins chargé d'humidité, et on aurait même avancé, à cette constatation, qu'à l'usine productive, le gaz ne possédait pas le titre voulu.

Des expériences très sérieuses viennent d'être faites avec des becs brûlant dans un air sec, puis dans l'air saturé et à une température plus élevée. Elles ont démontré nettement l'affaiblissement du pouvoir éclairant, dans une atmosphère chargée d'humidité.

Un brûleur à flamme plate, débitant 140 litres, type assez généralement employé pour lanternes publiques, conserve son intensité lumineuse dans l'air sec, mais il perd jusqu'à 11 % dans l'air saturé d'humidité, surtout lorsque cette saturation est accompagnée d'une certaine élévation de température.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome VI, n° 12, p. 184.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome VIII, n° 20, page 312.

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 4, p. 99.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 3 janvier 1890.

Présidences de M. G. EIFFEL et de M. V. CONTAMIN.

Discours de M. Eiffel. — M. G. EIFFEL, président sortant, rend compte des travaux de la Société des Ingénieurs civils pendant l'exercice 1889. Il relate les mémoires et comptes rendus présentés dans les différentes sections de travaux publics et constructions, mécanique, mines et métallurgie, physique et chimie.

M. Eiffel rappelle le rôle important joué par les membres de la Société dans les Congrès de l'Exposition de 1889 et dans les jurys de l'Exposition, ainsi que les réceptions offertes aux Ingénieurs étrangers par la Société des Ingénieurs civils.

Discours de M. Contamin. — M. CONTAMIN, président pour l'année 1890, prend possession du fauteuil de la présidence.

Il établit le rôle considérable joué par les Ingénieurs civils de toute origine dans le développement de l'industrie nationale. Il montre toute l'activité de leurs travaux et développe, avec une compétence particulière, les résultats obtenus dans la construction de l'Exposition de 1889 et dans l'étude de l'ossature en fer de ses palais.

Association des Industriels de France contre les accidents du travail. — M. S. PÉRISSÉ fait part de sa nomination comme président de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, en remplacement de M. Emile Muller, ancien président de la Société des Ingénieurs civils, décédé.

Séance du 17 janvier 1890.

Présidence de M. V. CONTAMIN.

Nécrologie. — M. le Président fait part à la Société du décès de MM. Hirn, Durenne, Gotendorf et Gerest, membres de la Société des Ingénieurs civils.

Travaux du Congrès international de mécanique appliquée. — Communication de M. L. BOUDENOOT.

M. L. Boudenoot, au nom du bureau du Congrès de mécanique appliquée de l'Exposition de 1889, remet à la Société des Ingénieurs civils les procès-verbaux sommaires récemment publiés de ce Congrès, à la préparation et aux travaux duquel ont pris part, comme membres du comité d'organisation, dix-neuf membres de la Société sur vingt-huit, et six membres du bureau sur sept, dont les trois vice-présidents et les trois secrétaires.

M. Boudenoot fait un compte rendu exact et complet des travaux des sections du Congrès, résume les communications et les discussions auxquelles il a donné lieu et relate les vœux qui ont été émis relativement aux *essais des matériaux* et au *langage de la mécanique* (1).

Chemin de fer glissant (2). — Communication de M. Ch. BARRE.

M. Ch. Barre entretient la Société du chemin de fer à propulsion hydraulique de L.-D. Girard, perfectionné par lui en vue des essais qui ont eu lieu sur l'Esplanade des Invalides, à Paris, pendant le cours de l'Exposition de 1889. Il insiste sur les principes mis en œuvre pratiquement du glissement et de la propulsion hydraulique, discute quelques-unes des objections faites à l'emploi de ce système, et ses conditions d'application.

La discussion de cette communication est remise à une séance ultérieure.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 23 décembre 1889.

Physique. — *Sur la précision atteinte dans la mesure des températures.* Note de M. Ch. Ed. GUILLAUME, présentée par M. Cornu.

M. Ed. Guillaume rend compte, dans cette communication, des progrès réalisés dans la précision atteinte dans les mesures thermométriques. Il rappelle d'abord que les lois des variations du zéro (ascension progressive, variations accidentelles, rapidité des variations et leur relation avec la température) ont été étudiées et en partie débrouillées. Il cite en détail le mode opératoire qui a été trouvé, par lequel les observations sont entièrement affranchies de ces variations.

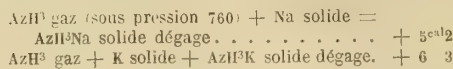
Enfin, se rapportant à la récente communication de M. Renou, dans laquelle ce physicien exprimait

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 3, p. 147.(2) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 22, p. 505.

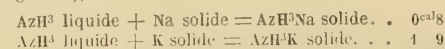
l'idée que le zéro des thermomètres devient invariable au bout d'un certain nombre d'années, et que cette invariabilité est définitivement assurée peu après la construction de l'instrument, par un recuit à une température élevée, M. Ed. Guillaume pense que cela n'est pas absolument exact. Selon lui, cette assertion ne peut être vraie que pour la marche progressive; mais ni le temps, ni le recuit, ne modifient en rien les variations accidentelles dues à des changements de la température ambiante.

Chimie. — 1° *Chaleur de formation du potassamonium et du sodamonium.* Note de M. JOANNIS, présentée par M. Berthelot.

Après avoir décrit en détail la méthode qu'il a employée pour procéder à la mesure de formation de ces deux produits, l'auteur donne les résultats de ses expériences, les mesures calorimétriques proprement dites ayant été faites par les méthodes et avec les appareils de M. Berthelot. Ces résultats sont les suivants :



Si l'on tient compte de la chaleur latente de volatilisation de l'ammoniaque liquide (4,4 calories, d'après Regnault), on a :



Il résulte de ces nombres que, dans les réactions où ces ammoniums composés agissent, le gaz ammoniac devenant libre sans donner lieu à des réactions simultanées, la réaction sera à peu près aussi énergique que celle des métaux alcalins; dans les réactions où l'ammoniaque, mise en liberté simultanément, pourra donner lieu à une action secondaire, ces ammoniums se comporteront, au contraire, d'une façon plus énergique que les métaux alcalins. C'est ainsi que la réaction du potassamonium sur le chlore dégagera 144 calories par équivalent de potassium, tandis que ce métal n'en dégage que 105 avec le chlore. Ces nombres expliquent aussi la faible stabilité de ces corps, et c'est le corps formé avec le dégagement de chaleur le plus grand qui a la tension la plus faible, ainsi que l'avait déjà remarqué M. Isambert, dans ses recherches sur les chlorures et iodures ammoniacaux.

2° *Sur une nouvelle classe de diacétone.* Note de MM. A. BÉHAL et V. AUGER, présentée par M. Friedel.

Les auteurs de cette note ont déjà montré que le chlorure de malonyle, le chlorure de méthylmalonyle et le chlorure d'éthylmalonyle réagissent sur les carbures aromatiques en donnant des diacétone. Ils ont, en outre, signalé la formation, lorsqu'on se sert de l'acide éthylmalonique, de composés ayant la propriété caractéristique de donner, avec les alcalis et les carbonates alcalins, des solutions rouge de sang.

Ils ont réussi, après une série de recherches, à préparer en grande quantité plusieurs de ces composés, et ils en donnent, dans cette communication, l'étude complète.

Mathématiques. — *Deux théorèmes généraux sur les trajectoires de points et les enveloppes de droites mobiles dans un plan.* Note de M. M. d'OCAGNE.

Astronomie. — *Détermination de la différence de longitude entre Paris et Leyde, opération internationale exécutée par MM. H. G. Van de Sande Bakhuysen et Bassat.* Note de M. BASSAT, présentée par M. Faye.

G. PETIT,
Ingénieur Civil.

BIBLIOGRAPHIE

Les Machines à vapeur à triple et quadruple expansion, et les progrès récents des appareils de navigation, par M. Maurice DEMOULIN, Ingénieur des Arts et Manufactures. Baudry et Cie, éditeurs, Paris, 1890.

M. Maurice Demoulin vient de faire paraître une nouvelle étude sur les machines à vapeur à triple et quadruple expansion. Nous disons une *nouvelle étude*, parce que cet Ingénieur avait déjà publié en 1885 une brochure sur le même sujet, dont le *Génie Civil* (1) a alors rendu compte.

A cette époque, les machines à vapeur à cascades étaient encore peu employées, et seulement par la marine marchande. Depuis lors, non seulement leur emploi s'est généralisé, mais encore on généralise leur principe en attaquant de plus en plus la quadruple expansion.

La marine militaire en Angleterre, puis celle de la France ont suivi le mouvement, et l'on peut dire que désormais tous les navires rapides mis en construction, tant dans la marine marchande que dans les marines militaires, seront pourvus de machines à cascades.

M. Demoulin a donc été bien inspiré en ajoutant une sorte de deuxième volume à celui de 1885; il a pu montrer tous les progrès accomplis depuis cette époque, et quel grand développement a pris ce genre de machines; il nous fait même savoir qu'il existe actuellement quelques *machines fixes* à triple expansion.

L'ouvrage, qui contient cinq planches, est divisé en deux parties. Dans la première, qui contient les principes théoriques, les règles principales et les formules des calculs des divers éléments, on trouve divers tableaux donnant les dimensions principales d'un très grand nombre de machines, les rendements, les ordonnées moyennes, les consommations de combustible, etc.

La deuxième partie est consacrée à la description détaillée de quelques machines.

En somme, cette brochure de 75 pages est pleine de renseignements précieux pour tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin à la navigation maritime à vapeur. L.

Encyclopédie théorique et pratique des connaissances civiles et militaires. Traité de mécanique. Tome premier : *Statique et cinématique*, par L. ARNAL, Ingénieur des Arts et Manufactures, chef des travaux graphiques à l'École Centrale. — H. Chairgrasse fils, éditeur. Paris, 1889. — Prix : 17 fr. 50 c.

La maison Chairgrasse édite, sous forme d'encyclopédie, une série d'ouvrages théoriques et pratiques ayant trait aux connaissances civiles et militaires. Plusieurs de ces ouvrages, déjà parus en volumes séparés, forment autant de traités spéciaux qui se rapportent principalement à la science de l'Ingénieur. Le dernier volume paru, qui ne comprend pas moins de 550 pages avec 686 figures dans le texte, est un traité de statique et de mécanique dû à M. L. Arnal, Ingénieur, chef des travaux graphiques à l'École Centrale. Sous forme d'encyclopédie, l'auteur traite toute la théorie de la statique d'abord, avec une série de problèmes formant l'application de cette science; les machines simples, les polygones funiculaires et l'hydrostatique avec les applications dans la pratique, forment le complément de la première partie de l'ouvrage.

La seconde partie comprend la cinématique, les principes fondamentaux sur les mouvements, la composition des mouvements et des vitesses, etc., complétée par la description et la discussion de tous les organes de transmission de force, de mouvement et de vitesse. Cet ouvrage constitue, dans son ensemble, un traité complet de deux sciences si souvent appliquées dans l'industrie, et qui, mises sous une forme à la fois simple et pleine d'enseignements théoriques, rendent leur application plus facile.

Corso di Idraulica teorica e pratica, dal professore MASONI. — Napoli, 1889.

La librairie scientifique et industrielle Pellerano a publié récemment le Cours d'hydraulique théorique et pratique professé à l'École d'application des Ingénieurs de Naples.

La première partie, qui traite des notions générales d'hydrostatique et d'hydraulique, est précédée d'un historique sommaire, où nous sommes heureux de constater une fois de plus la place prépondérante occupée par les savants français parmi les fondateurs de cette branche de la mécanique.

La deuxième partie ou *phoronomie* est relative aux lois et aux formules expérimentales de l'écoulement des liquides par ajutages ou en déversoir, et sur le mouvement varié dans les réservoirs.

La troisième partie traite des tuyaux de conduite et des pertes de charge dues aux branchements, robinets, valves, etc.

Un chapitre spécial est consacré aux divers problèmes qui se présentent dans l'étude des distributions d'eau.

La quatrième partie est relative à l'étude des mouvements de l'eau dans les canaux découverts et dans les rivières. Elle contient les travaux les plus récents sur la théorie des remous.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Le viaduc de la Soulevre (*suite et fin*; planche XXXIII), p. 369; CH. JIMELS. — Adduction de nouvelles sources à Paris, p. 372; HENRI MAMY. — Mines : Ouro Preto et les mines d'or (Brésil) (*suite et fin*), p. 376; G. MOREAU; — Revue des organes techniques américains, p. 379; FORIS. — Exposition universelle de 1889 : La corderie et la câblerie à l'Exposition de 1889, p. 380; L. DE LONGRAIRE. — Correspondance : Responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail, p. 382; FRÉDÉRIC BLOCH. — Informations : Perfectionnements de détail dans les locomotives, p. 383; — Perforatrice à

diamant mue par l'électricité, p. 383; — Augmentation du poids des rails dans les longs tunnels de la ligne du Saint-Gothard, p. 383; — Les blocs de glace de l'Atlantique, p. 383; — Transmission de force par l'électricité, installée dans la mine de Comstock, p. 383. — Le chemin de fer de la Jungfrau, p. 383.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séance du 7 février 1890, p. 384. — Académie des Sciences, séances des 6 et 13 janvier 1890, p. 384; G. PETIT.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 384.

Planche XXXIII : Le viaduc de la Soulevre. Montage du tablier métallique.

TRAVAUX PUBLICS

LE VIADUC DE LA SOULEUVRE

(*Suite et fin*¹. — Planche XXXIII).

Ainsi que nous l'avons dit dans la première partie de cette note, le tablier métallique du viaduc de la Soulevre, d'une longueur totale de 350 mètres, est à poutres droites continues, et la voie est placée

un cours de cornières. De quatre en quatre mètres, des montants verticaux assurent la rigidité du système et forment avec les entretoises inférieure et supérieure des cadres invariables; ces montants sont évidés: chacun possède deux membrures reliées par un petit treillis en fer plat, dans les vides duquel passent les deux paires de barres du grand treillis qui se croisent sur le parcours du montant; un assemblage spécial relie le montant à ces barres.

Les pièces de pont sont à âme pleine, de 0^m 65 de hauteur, avec une et deux semelles; indépendamment de leur assemblage avec

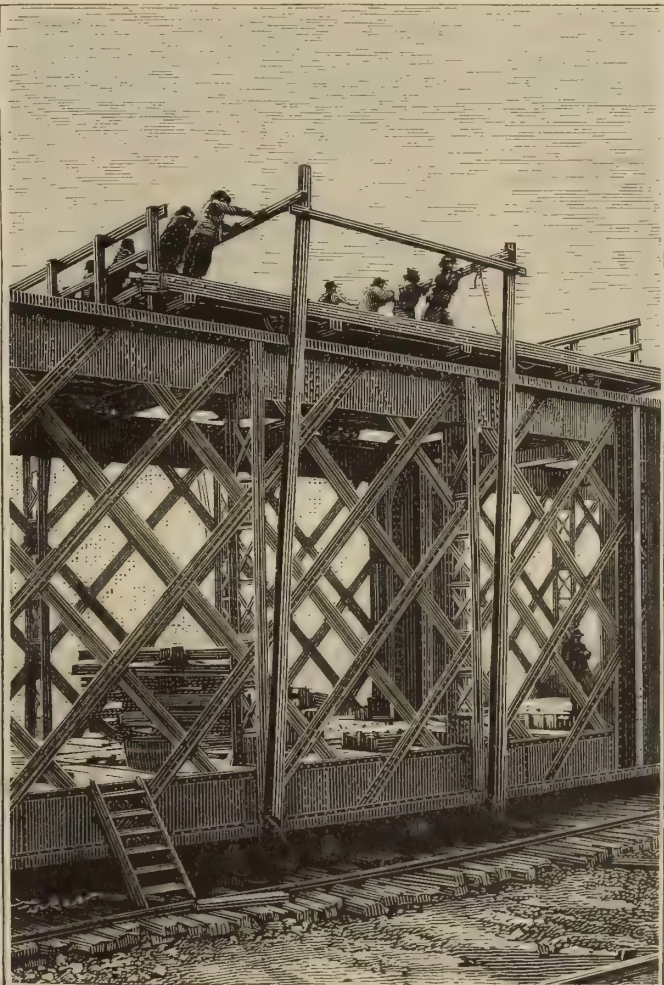


FIG. 1 et 2. — Le viaduc de la Soulevre. Montage du tablier métallique.

à sa partie inférieure. Les poutres principales, de 6^m 62 de hauteur entre semelles, sont simples, c'est-à-dire que la membrure supérieure ou inférieure de chacune d'elles a une âme pleine unique; ces âmes sont reliées par un treillis composé de barres espacées de 1^m 50 d'axe en axe, et faisant un angle d'environ 47° avec l'horizon; chacune de ces barres est constituée par deux cornières adossées d'échantillon variable. Les semelles des membrures, de 0^m 60 de largeur et dont le nombre varie de une à trois, sont renforcées, sur chaque bord, par

les montants au moyen de goussets, elles reposent sur les semelles inférieures des grandes poutres par l'intermédiaire de petits cadres en acier. Les longerons sous rails, également à âme pleine, de 0^m 66 de hauteur, ont leur semelle supérieure au même niveau que celles des pièces de pont qui les supportent. Un plancher en tôle lisse, de 8 millimètres d'épaisseur, est établi au-dessus de ces semelles sur toute la largeur du viaduc et s'assemble avec les âmes inférieures des membrures des grandes poutres. Enfin, le contreventement supérieur comprend, outre les entretoises à treillis, de 0^m 46 de hauteur, assemblées avec les montants, des diagonales formées chacune d'un fer en U et

(¹) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 7, page 469.

soutenues en leur milieu par un petit longeron en T, porté lui-même par les entretoises.

L'espacement des poutres principales est de 6^m 20 d'axe en axe, de sorte que la largeur du tablier, hors-œuvre, est de 6^m 80, et la largeur libre à l'intérieur 5^m 60, au lieu des 4^m 50 qui seraient strictement nécessaires pour le passage des trains. Cette disposition, qui caractérise le projet du viaduc de la Soulevre, a été motivée par les considérations suivantes.

Sous l'action du vent, dont l'importance est augmentée par la hauteur du viaduc, les plus grands efforts sont produits par la flexion générale du tablier dans un plan horizontal, et la résistance dont on dispose contre cette flexion est celle des deux poutres horizontales formées : 1^o par les membrures inférieures des poutres principales, avec la tôle pleine du plancher pour âme ; 2^o par les membrures

Sur chaque pile ou culée, il existe deux cadres ainsi renforcés dont les axes sont espacés de 2 mètres au lieu de 4 mètres ; leur rôle est de résister au renversement par le vent, et ils rompent heureusement la monotonie des lignes que présente la perspective intérieure du tablier.

Entre ces deux cadres, existe, sur chaque appui et dans chaque poutre, un panneau plein renforcé par un montant spécial ayant pour but d'empêcher le rapprochement des membrures supérieure et inférieure ; la largeur du panneau plein est de 2 mètres, et la section du montant d'écrasement qui le renforce est un double rectangle à parois pleines.

Au-dessous de ces panneaux, sont placés les appareils de dilatation supportant le tablier. Chacun de ces appareils (fig. 3 et 4) comprend : un axe de rotation ou charnière en acier martelé, de 0^m 16 de diamètre ;

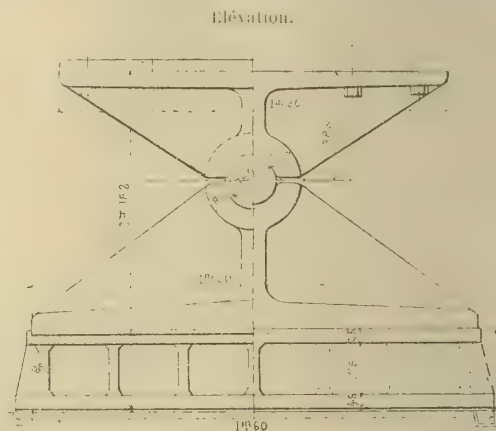
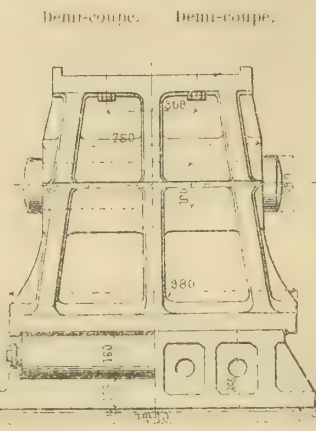
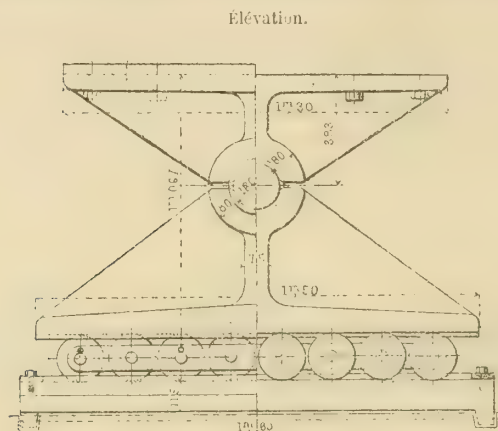


Fig. 3. — Appareil de dilatation sur les piles 1, 2, 4, 5. (Echelle de 0^m 03 par mètre.)

Fig. 4. — Appareil de dilatation sur la pile 3. (Echelle de 0^m 03 par mètre.)

res supérieures avec les contreventements pour treillis. En étudiant les diverses manières de renforcer ces poutres horizontales et la dépense en métal correspondante, on reconnaît qu'il n'est pas sensiblement plus avantageux d'augmenter la section des membrures que leur écartement, et cette seconde solution procure, en outre, un accroissement du moment de résistance au renversement dans la section transversale du tablier. Si, d'autre part, on considère la résistance des piles à l'action du vent, il est évident que, dans une section horizontale quelconque, il est plus avantageux d'augmenter la largeur que l'épaisseur. Il n'y a donc pas d'inconvénient, même au point de vue du cube des piles, à forcer la largeur au sommet, pourvu que cela ne conduise pas à réduire l'épaisseur outre mesure ; or, avec l'épaisseur de 4 mètres adoptée, le travail des maçonneries se rapproche rapidement, même

deux genouillères, l'une inférieure, l'autre supérieure, en acier fondu, à formes évidées ; un jeu de rouleaux en acier martelé ; enfin une plaque de fonte transmettant la charge à la maçonnerie. Sur la pile centrale, les rouleaux sont supprimés ; ils sont au nombre de 8 par poutre sur chacune des autres piles, 5 par poutre sur les culées. Des feuilles de plomb sont intercalées : 1^o entre le dessous des semelles et la genouillère supérieure ; 2^o entre la plaque de fonte et la pierre de taille de granit. Des saillies convenablement ménagées sur les bords des surfaces de contact s'opposent à tout glissement transversal par l'effet prolongé du vent ou de la trépidation des trains ; la genouillère supérieure est, en outre, assemblée à la semelle de la poutre au moyen de huit forts boulons.

La voie est composée, sur le tablier, de rails Vignole, type Nord (43 kilogr. par mètre courant) posés sur longrines et assemblés par des éclisses à patin. Les longrines en chêne, d'une section de 0^m 15 sur 0^m 30, sont maintenues latéralement par des bouts de cornières rivés au plancher en tôle ; au-dessus de chaque entretoise, l'une de ces cornières, agrandie, sert de point d'attache à deux boulons traversant la longrine ; enfin des étriers munis de boulons serrent les longrines sur le dessus des longerons métalliques. Aux deux extrémités du pont, les effets de la dilatation du tablier sur la voie sont corrigés par un joint compensateur.

D'un côté de la voie, est établi un chemin de circulation en planches de sapin fixées au plancher en tôle ; il est placé, grâce à la largeur du tablier, à une distance de la voie suffisante pour la sécurité des agents. De l'autre côté, des

trappes sont ménagées dans le plancher, également à la distance réglementaire de la voie, pour pouvoir descendre sur les piles ou culées. Un garde-corps, composé d'une main courante et d'une cornière de pied, règne de chaque côté, d'un bout à l'autre du tablier. Enfin une passerelle roulante a été installée pour permettre la visite et l'entretien des parties inférieures de la charpente métallique ; elle est suspendue par deux paires de galets, à une voie formée de deux fers en U, rivés sur le bas des longerons, et peut se mettre en mouvement au moyen d'un engrenage.

Les calculs de stabilité de toutes les parties du tablier ont été établis d'une manière très complète en tenant compte : 1^o des surcharges réglementaires ou pouvant se produire en service ; 2^o du vent combiné avec certaines surcharges ; 3^o des efforts pendant l'opération du lancement.

Les grandes poutres ont été calculées dans l'hypothèse d'une surcharge de 3 660 kilogr. par mètre courant de voie, conformément aux

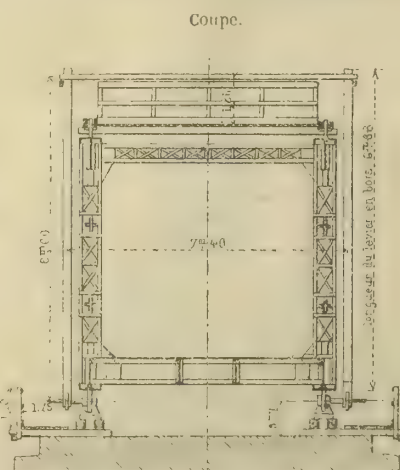
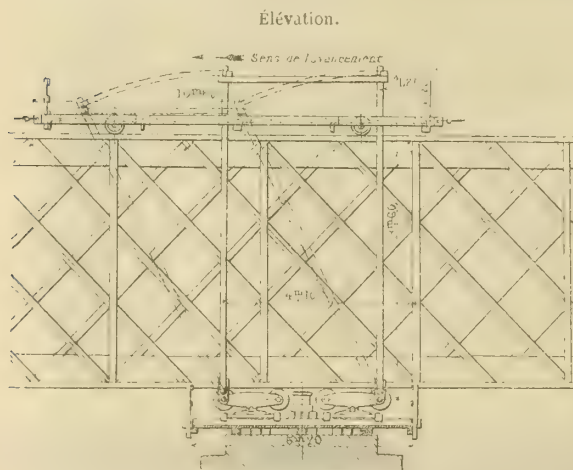


Fig. 5. — Roulement sur les piles. (Echelle de 0^m 003 par mètre.)

dans les sections supérieures, du maximum compatible avec la sécurité.

L'augmentation de largeur ainsi donnée au tablier et, par suite, aux piles, en vue de la résistance au vent, permettra, quand les besoins du trafic justifieront le doublement de la voie, de remplacer ce tablier à voie unique par un tablier à deux voies, sans avoir à modifier les piles, sous la seule condition d'adopter alors un type de tablier à voie supérieure. Il ne serait même pas impossible d'opérer ce changement par transformation du tablier actuel, en augmentant le nombre des poutres et en ajoutant des pièces de pont à la partie supérieure. Les piles auront à subir alors des efforts un peu plus grands, soit sous l'action des surcharges, soit sous celle du vent ; mais elles seront en état de supporter ces efforts, à cause de la dureté acquise par les mortiers.

Les dimensions courantes des cadres formés par les montants verticaux des grandes poutres avec les entretoises supérieures correspondantes, sont notablement renforcées au droit des appuis du tablier.

prescriptions de la circulaire ministérielle du 3 juillet 1877; dans le calcul des longerons et des pièces de pont, on a admis, comme charge roulante, une machine à quatre essieux, espacés de 1^m 20 d'axe en axe et transmettant chacun 18 tonnes. Dans ces conditions, le travail maximum est de 6 kilogr. par millimètre carré pour les semelles des principales pièces, 5^{kil} 1/2 pour les montants d'écrasement, 3 kilogr. pour les barres de treillis des grandes poutres, 8 kilogr. à la flexion pour la genouillère en acier des supports articulés, 25 kilogr. à la compression, par centimètre carré de section diamétrale, pour les rouleaux des mêmes appareils.

En ce qui concerne les effets du vent, les Ingénieurs de la Compagnie de l'Ouest, ayant égard à l'expérience acquise, ont tenu à baser leurs calculs sur l'hypothèse la plus défavorable, non seulement pour le tablier, mais pour les trains appelés à y circuler. Depuis 1864, on adoptait couramment, d'après les études magistrales publiées par M. de Nordling, le chiffre classique de 270 kilogr. par mètre carré pour le calcul de l'effort du vent sur le tablier seul, mais de 150 kilogr. seulement pour le cas du tablier chargé d'un train; on admettait ainsi implicitement que jamais un train ne s'engagerait sur un viaduc par

Enfin, le tablier a été supposé placé dans les diverses positions qu'il devait successivement occuper pendant l'opération de son lancement, et l'on s'est imposé la condition de ne dépasser dans aucun cas la limite de travail de 8 kilogr. pour les âmes et les semelles des membrures des grandes poutres et les montants verticaux, et de 7 kilogr. pour les barres du treillis, *chiffres statiques*, c'est-à-dire ne tenant compte ni de l'action possible du vent pendant le lancement, ni du supplément de travail produit par les oscillations inévitables de la travée en porte-à-faux sous l'action de son propre poids et des déplacements de matériel et de personnel que comporte l'opération.

Les résultats ci-dessus n'ont pu être obtenus qu'en renforçant notablement diverses parties de la charpente métallique: dans toute la travée destinée à être en porte-à-faux à chaque roulement, la distribution des différents types de barres du treillis a été modifiée à cet effet, et des semelles supplémentaires ont été ajoutées au voisinage de la section d'appui au moment du plus grand porte-à-faux. La condition de stabilité pendant le lancement a également commandé la hauteur et l'épaisseur courantes de l'âme des membrures inférieures des grandes poutres; et non seulement cette épaisseur a dû

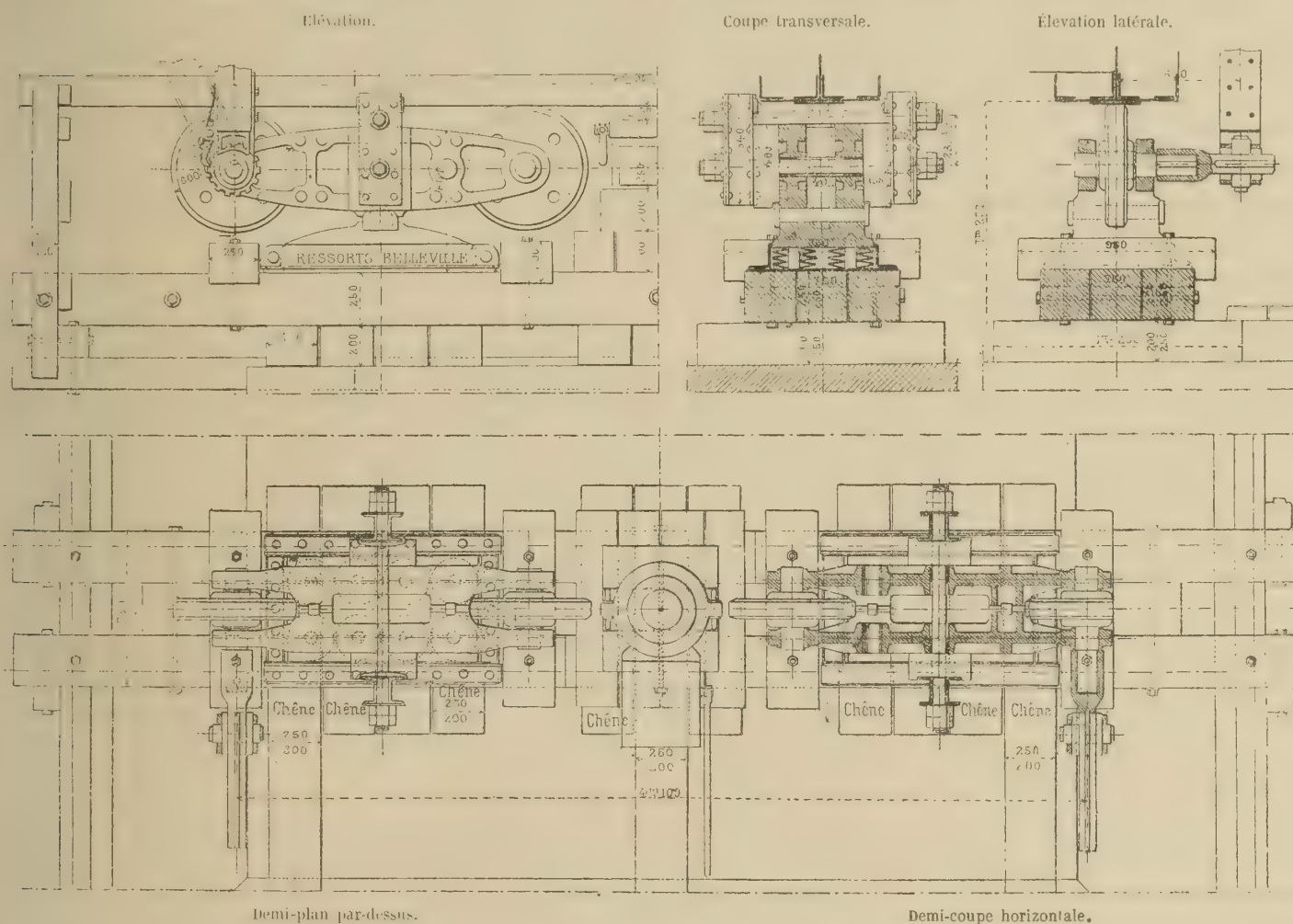


Fig. 6. — Détail des galets de roulement. (Échelle de 1/100 par mètre.)

un ouragan capable de le faire dérailler. Or, plusieurs accidents, notamment celui du viaduc de la Sioule et la catastrophe du viaduc de la Tay, qui a tant ému le monde des Ingénieurs, sont venus prouver que cette supposition n'est pas toujours fondée dans la pratique. Il est donc prudent d'admettre le coefficient maximum de 270 kilogr., même pour le cas d'un train passant sur le tablier, et d'assurer, dans cette hypothèse, la stabilité de la construction.

Au viaduc de la Soulevre, les calculs ont été établis en supposant le tablier chargé, d'un bout à l'autre, d'un train déraillé, du poids de la surcharge réglementaire, et appliqué par le vent contre l'une des poutres principales. Dans ces conditions, le travail maximum du métal est de 8 kilogr. pour les membrures des poutres principales ainsi que pour les montants verticaux travaillant à la flexion, de 7 kilogr. pour les barres du contreventement supérieur, et, en général, de 2 kilogr. environ de plus que dans le cas précédent pour chaque catégorie de pièces. Dans le calcul du travail des montants verticaux, on a tenu compte de la résistance qu'ils doivent opposer au gauchissement que les semelles des grandes poutres tendent à éprouver, sous l'action dissymétrique des barres du treillis (1); la part du travail des montants, due à cette cause spéciale, n'est pas éloignée de 2 kilogr. par millimètre carré.

être renforcée au voisinage de la section d'appui pendant le plus grand porte-à-faux, mais il a été indispensable d'intercaler, dans la même région, cinq paires de montants de renfort provisoires, placés au milieu des intervalles des montants définitifs. L'effet de ces montants de renfort est de réduire de 4 mètres à 2 mètres la longueur sur laquelle la membrure inférieure doit faire poutre et résister seule à la réaction des galets de roulement.

Le nombre et le diamètre des rivets de chaque assemblage ont été calculés de manière à limiter le travail maximum de ces rivets à environ un kilogr. au-dessous du travail maximum des pièces elles-mêmes.

Le montage et la mise en place du tablier métallique ont été faits de la manière suivante :

A une certaine distance du viaduc (environ 300 mètres, en raison des difficultés du terrain) a été établie une gare de dépôt des fers comportant une plate-forme de 100 mètres sur 22 et une voie de garage de 200 mètres de longueur, desservies par une grue roulante; les pièces métalliques, partiellement assemblées à l'usine, arrivaient jusqu'à cette gare sans rompre charge. La plate-forme de montage du tablier, établie dans le prolongement de l'axe de l'ouvrage, du côté de Vire, a donné lieu à d'importants terrassements, à cause de la courbe de 300 mètres de rayon par laquelle la voie aborde l'ouvrage.

(1) Cette résistance a été évaluée d'après les formules données par M. Considère, Ingénieur des Ponts et Chaussées, dans les *Annales* du mois de mars 1887.

Cette plate-forme, établie moitié en remblai, moitié en déblai dans le rocher compact, a une largeur de 16^m 50 et une longueur de 130 mètres; on s'est imposé cette dernière dimension, équivalant à la longueur de deux grandes travées, afin de pouvoir toujours monter à l'avance une longueur de tablier suffisante pour opérer en une seule reprise l'avancement d'une travée entière et ne la laisser en porte-à-faux que le temps strictement nécessaire au roulement.

Le bardage était fait par une grue roulante de 11 mètres de portée, à cheval à la fois sur le tablier et sur une voie de service, qu'une aiguille et une plaque tournante reliaient à la voie provisoire venant du dépôt des fers. Le niveau de la plate-forme de montage étant nécessairement inférieur (de 1^m 30) à celui de la plate-forme définitive du chemin de fer à l'entrée du viaduc, cette voie de raccordement a dû être établie dans une tranchée provisoire, avec une pente de 0^m 030; le transport des pièces métalliques s'y faisait exclusivement au lorry.

En vue d'éviter les surprises désagréables qui peuvent se produire quand une travée de 62 mètres est mise en porte-à-faux sans épreuve préalable, le cahier des charges de l'entreprise du tablier métallique prescrivait que la partie montée du tablier serait soumise, avant le premier roulement, à des essais à blanc ayant pour but de la placer, sur la plate-forme même de montage, dans les mêmes conditions d'équilibre qu'à la fin du lancement d'une grande travée. A cet effet, des piliers provisoires en maçonnerie ont été établis sous la plate-forme de montage, et l'ensemble des deux premières travées à lancer (avant-bec compris) a été décalé de manière à ne reposer que sur ces piliers, avec le porte-à-faux prévu. Après un examen minutieux des pièces soumises aux plus grands efforts, il a été constaté qu'aucune déformation anormale ne se produisait; la flèche prise par le tablier ne dépassait pas la flèche calculée; enfin le travail du métal dans les pièces les plus fatiguées, mesuré au moyen d'un grand nombre d'appareils Manet se contrôlant les uns les autres, concordait sensiblement avec les résultats du calcul. Dans ces conditions, on a pu continuer le roulement sans apporter aucun changement aux dispositions prévues; et l'opération s'est poursuivie jusqu'à la fin sans le moindre incident.

L'avant-bec, dont la première travée à rouler a été munie pour atténuer son travail pendant le porte-à-faux, était de profil triangulaire; il avait 20 mètres de longueur et pesait 20 tonnes. Le poids de la première travée, qui devait être, le montage terminé, de 4 400 kilogr. par mètre courant, était provisoirement réduit à 4 000 kilogr. par la suppression de la voie et d'une partie du plancher, remplacé, toutefois, dans un but de sécurité, par quelques contreventements provisoires en croix de Saint-André. La pointe de cet avant-bec présentait un relèvement notable, suivi d'une rampe de 0^m 01 donnée à la semelle inférieure, dans le but de compenser la flèche du tablier à son arrivée sur chaque pile et de faciliter l'accostage.

Le roulement s'opérait sur des appareils dérivés de ceux que M. Eiffel a le premier employés et comportant chacun deux galets de 0^m 50 de diamètre et de 0^m 08 de largeur, dont les essieux sont portés par une genouillère unique, reposant elle-même sur un pivot horizontal (fig. 5 et 6). La plaque supportant ce pivot repose sur une sorte de sommier élastique formé de ressorts Belleville (rondelles d'acier tronconiques). Ces rondelles établissent l'égalité de réaction des appareils juxtaposés, au nombre de deux par poutre, sur chacune des piles; elles jouent ainsi le rôle d'un troisième pivot supportant et équilibrant les deux appareils, avec cet avantage qu'elles prennent moins de place en hauteur, point important à divers égards.

La direction du mouvement était conservée par des taquets fixés sur les axes des galets à 0^m 01 de chaque côté du bord de ces galets. Les légères déviations compatibles avec ce dispositif étaient corrigées à la fin de chaque roulement en ripant, avec des crics, le tablier mis en équilibre sur des vérins.

La mise en mouvement du tablier s'opérait, comme d'ordinaire, à la main, au moyen de leviers agissant chacun sur un des galets par l'intermédiaire d'un décleic; à chaque coup de levier, le tablier avançait d'environ 0^m 12. Une simultanéité parfaite étant difficile à réaliser entre les équipes de deux piles différentes, surtout pendant les derniers roulements, on n'a obtenu des résultats satisfaisants qu'en ajoutant à l'action discontinue des leviers l'action continue d'un jeu de mouffles placé à l'arrière du tablier. On est arrivé ainsi à réaliser une vitesse moyenne d'environ 13 mètres à l'heure et une vitesse maximum d'environ 17 mètres.

Au lieu d'apporter par le tablier lui-même les appareils de roulement à placer sur chaque pile, ce qui eût été une cause de retard dans leur installation, on a pu, grâce aux échelles laissées dans les vides intérieurs des piles, monter, installer et vérifier d'avance tous ces appareils; il en est résulté une grande économie de temps dans la conduite des opérations. Chaque reprise du roulement n'était arrêtée qu'après avoir fait dépasser à la pile d'arrivée, non seulement l'avant-bec, mais environ 10 mètres de tablier; à la cinquième fois, on a poussé sans interruption jusqu'à la culée. L'intervalle de deux reprises, représentant la durée du montage d'une grande travée, a été moyennement de vingt jours.

Une fois le tablier placé sur les piles, il a fallu substituer aux ap-

pareils de roulement les appareils de dilatation définitifs, et abaisser le tablier d'environ 0^m 10, différence de hauteur entre les premiers et les seconds. A cet effet, on a opéré successivement sur chacun des appuis. On a reconnu, par un calcul préalable, et vérifié, au cours de l'opération, que le travail du fer pendant cet abaissement ne dépassait pas 6 kilogr.

Les travaux du viaduc de la Soulevre étant terminés, sauf quelques parachèvements, le montant des dépenses peut être arrêté à peu près comme il suit :

Terrassements (fouilles, dérivation de la Soulevre, etc.).	Fr.	25.000	»
Maçonneries		812.000	»
Partie métallique.		700.000	»
Surveillance des travaux et divers.		33.000	»
TOTAL.	Fr.	1 570.000	»

Le prix moyen du mètre cube de maçonnerie, tous frais compris, ressort à 42 francs; le prix du kilogramme de fer, mis en place, à 0 fr. 42; enfin, le prix moyen de l'ouvrage, fondations comprises, par mètre carré en élévation, est de 93 francs.

Le tracé de la ligne de Vire à Saint-Lô comportant l'établissement du viaduc de la Soulevre a été étudié et présenté sous les ordres de M. Édouard Leblanc, Ingénieur en chef des Ponts et chaussées au service de l'État, par M. Rabut, Ingénieur ordinaire, avec le concours de M. Rubé, conducteur. Les travaux ont été projetés et exécutés, sous les ordres de MM. Clerc, directeur des travaux de la Compagnie de l'Ouest, Moise, Ingénieur en chef, et Widmer, Ingénieur en chef adjoint, par M. Rabut, devenu Ingénieur de la Construction à cette Compagnie, avec le concours de MM. Morel, chef de section et Bonnet, sous-chef de section.

CH. JIMELS.

ADDUCTION DE NOUVELLES SOURCES A PARIS

L'important projet d'adduction à Paris des eaux des sources de la Vigne et de Verneuil, autrement dites sources de l'Avre, est en ce moment en discussion à la Chambre des Députés; la Commission parlementaire chargée de l'examiner avait donné mission à son rapporteur de conclure dans le sens favorable, et la Chambre vient d'adopter ce projet en première lecture.

Le but des travaux projetés est de remédier à l'insuffisance de la quantité d'eau de source dont dispose actuellement la population parisienne.

La Ville de Paris ne peut distribuer aujourd'hui que 140 000 mètres cubes d'eau de source par jour, pour l'alimentation et les usages domestiques. Comparé au chiffre de la population de la capitale, qui atteint aujourd'hui 2 250 000 âmes, ce volume d'eau est absolument insuffisant aux besoins indispensables de l'hygiène.

Ces 140 000 mètres cubes sont fournis par la Dhuis et la Vanne, dans les proportions suivantes :

Eau de la Dhuis (18 000 à 22 000 mètres cubes).	20.000 mètres cubes.
Eau de la Vanne (débit presque constant).	120.000 —
TOTAL.	140.000 mètres cubes.

La Dhuis alimente les quartiers hauts, avec le concours d'une partie de l'eau de la Vanne, relevée par des machines. La Vanne alimente les quartiers moyens et bas, en montant à tous les étages.

Or, il arrive assez fréquemment, soit pendant l'été, où les besoins augmentent, soit lorsqu'une réparation s'impose à l'aqueduc de la Vanne, que l'eau de source devient insuffisante et que la Ville est obligée de distribuer momentanément de l'eau de rivière destinée, en principe, au service d'édilité et d'utilisation. Elle dispose journellement de 450 000 mètres cubes de cette eau, provenant du canal de l'Ourcq, de la Seine, de la Marne et de puits artésiens.

Cette eau est impure, contaminée. La statistique des hôpitaux et de la mortalité parisienne a constaté qu'après chacune de ces substitutions d'eau de rivière à l'eau de source, les cas de fièvre typhoïde et les décès typhiques augmentent notablement. Le service de santé militaire a fait les mêmes observations.

Il était donc indispensable de porter remède à cette situation en augmentant la quantité d'eau de source mise à la disposition de la population parisienne. On a pensé qu'il suffisait, étant donné les habitudes actuelles de cette population, de fournir aux usages domestiques 100 litres par jour et par habitant, ce qui, pour 2 250 000 habitants, représente une consommation totale journalière de 225 000 mètres cubes. C'est donc un supplément de 110 000 mètres cubes qu'il faut ajouter aux 140 000 mètres cubes fournis par la Dhuis et la Vanne.

L'utilité des travaux projetés a été contestée par certaines personnes qui ont prétendu que la quantité d'eau de source dont on dispose actuellement serait suffisante si on la réservait exclusivement aux besoins de l'alimentation, à l'exclusion des autres usages domestiques. C'est ainsi qu'on a préconisé le système dit « des deux robinets », qui consisterait à installer dans chaque appartement deux robinets, l'un d'eau de source, étroit et à faible débit pour remplir la carafe, l'autre d'eau de rivière, large et à grand débit pour tous les autres usages, cuisson

des aliments, lavage des ustensiles de cuisine, soins de toilette, bains, lavage des appartements, etc.

Cette solution ne paraît pas acceptable, ni au point de vue de l'hygiène, ni au point de vue de la dépense. Il serait très imprudent, en effet, d'exposer toute la population au contact permanent d'eaux contaminées, comme celles de l'Ourcq, de la Seine, de la Marne, et de faire dépendre la santé de chacun du soin ou de la négligence des personnes chargées de remplir les carafes au robinet d'eau de source et non à celui d'eau de rivière.

De plus, la dépense nécessitée par l'établissement de la double canalisation dans toutes les maisons et le relèvement des eaux de rivières au moyen de nouvelles machines de refoulement jusqu'aux étages les plus élevés, atteindrait le chiffre de 140 millions, tandis que la dérivation des sources de la Vigne et de Verneuil ne coûtera que 36 millions.

On avait pensé, d'un autre côté, qu'on pourrait peut-être se dispenser d'amener de nouvelles eaux de sources en captant les nappes souterraines de la vallée de l'Yonne.

On a disposé autrefois des barrages sur le cours de l'Yonne pour rendre cette rivière navigable. Ces barrages ont relevé le niveau de la nappe souterraine, entre Sens et Courlon, en nuisant à la fertilité de cette région. Si, au moyen d'une galerie filtrante, on captait les eaux de cette nappe souterraine, on pourrait ensuite les élever par des machines dans un aqueduc qui les amènerait à Paris.

Cette solution n'est pas plus acceptable que la précédente pour plu-

Reste le groupe de la basse Normandie, placé dans la vallée de l'Avre et comprenant cinq sources, dites de Verneuil et de la Vigne. Il n'est qu'à une distance d'environ 100 kilomètres de Paris, peut donner le débit nécessaire de 110 000 mètres cubes sans nuire aux intérêts de la région, et permet aux eaux d'arriver à Paris, par leur pente naturelle, à l'altitude de 100 mètres.

Pour tous ces motifs, le choix de ce groupe s'imposait donc, et c'est à lui qu'on s'est arrêté.

Description du projet. — Ces sources, placées aux environs de Verneuil, et situées à la cote moyenne de 150 mètres, se divisent en deux groupes.

Le premier se compose de quatre sources très importantes, émergeant sur le territoire de la commune de Rueil-la-Gadelière et connues sous le nom de fontaines du Nouvet, d'Erigny, des Graviers et de Foisy. Leurs eaux se réunissent pour former le ru de la Vigne, qui se jette dans l'Avre après un parcours d'environ deux kilomètres.

Toutes ces sources présentent l'aspect de nappes assez larges, s'étendant au milieu de prairies. Elles sont d'une pureté aussi grande qu'on peut le souhaiter. L'analyse chimique n'a donné que 0^m7 de matière organique par litre; l'analyse biologique n'a révélé aucun microbe nocif.

Chacune des sources sera recueillie à son point d'émergence, en remontant aussi loin et aussi profondément que possible pour la saisir dans toute sa pureté originelle, puis amenée dans un aqueduc de prise d'eau spécial. Tous ces aqueducs, dont le développement sera



FIG. 4. — Plan de la dérivation des eaux de l'Avre.

sieurs motifs. Tout d'abord, on n'est pas certain du volume d'eau qu'on obtiendrait ainsi; il est probable qu'à certains moments il ne pourrait fournir que 60 000 mètres cubes, alors qu'il en faut au moins 100 000. De plus, la dépense à laquelle entraînerait cette solution serait d'environ 67 millions. Enfin, ces eaux ne présentent que très peu de sécurité au point de vue de la santé publique.

La Commission estime donc qu'on ne peut pas éluder la nécessité de l'adduction de nouvelles eaux de sources à Paris.

Recherche des sources à capter. — Les nouvelles eaux doivent, autant que possible, être fournies à Paris à une altitude voisine de 100 mètres, de manière à compléter l'alimentation d'une partie notable des quartiers élevés, desservis aujourd'hui par la Dhuis, dont les réservoirs sont à l'altitude de 108 mètres, tandis que ceux de la Vanne ne sont qu'à l'altitude de 80 mètres.

Les études auxquelles s'est livré pendant trois ans le Service des eaux de Paris ont abouti aux résultats suivants:

Les groupes de grandes sources susceptibles d'alimenter les villes du bassin de la Seine se rencontrent dans trois régions distinctes: en Bourgogne, en Normandie et sur les bords du plateau de la Brie. Toutes ces sources fournissent des eaux potables.

Les sources de la Bourgogne, placées près du confluent de l'Yonne et de l'Eure, auraient un débit à peu près suffisant, mais l'aqueduc à construire aurait une longueur de près de 200 kilomètres, et les eaux n'arriveraient à Paris qu'à l'altitude de 80 mètres au plus.

Quant aux sources de la Brie, dans les vallées de la Voulzie et du Grand-Morin, elles exigeraient un aqueduc d'amener de 135 kilomètres; les eaux n'arriveraient à Paris qu'à l'altitude de 80 mètres; enfin, il serait impossible de capter ces sources sans toucher aux intérêts vitaux de la ville de Provins.

de près de 3 kilomètres, se réuniront, au confluent de la Vigne et de l'Avre supérieure, à l'altitude de 146 mètres, en une conduite unique de 102 kilomètres de longueur.

Cette conduite suit à flanc de coteau la rive droite de l'Avre jusqu'à l'Eure, traverse cette rivière au delà de Dreux, près de Montreuil, contourne la partie sud de la forêt de Dreux et se développe sur le plateau du Mantois par une ligne sinueuse qui coupe la vallée de la Vesgre, affluent de l'Eure, au nord de Houdan, puis celle de la Mauldre, affluent de la Seine, et le vallon du ru Mal-Droit, affluent de la Mauldre.

Elle s'engage ensuite dans le vallon du ru de Gally jusqu'au grand parc de Versailles, vers la porte de Bailly. Là, elle entre en souterrain jusqu'à Villeneuve, passe au nord de Saint-Cloud, pour aboutir enfin à un nouveau réservoir à construire à Montretout, à la cote de 106 mètres et dont la capacité sera de 400 000 mètres cubes.

La conduite, dont la pente moyenne sera de 0^m40 par kilomètre, comportera 8^{km}2 de conduites forcées, ou siphons. Le reste sera en conduites libres.

La section sera circulaire, de 1^m70 à 1^m80 de diamètre, avec une paroi extérieure en maçonnerie de 0^m20 d'épaisseur.

La surface intérieure sera revêtue d'un enduit en ciment de 0^m02 d'épaisseur, s'élevant sur les deux tiers de la conduite. Dans les parties en tranchées, une chape en ciment recouvrira la moitié supérieure de la conduite.

Les traversées de vallées se feront avec des tuyaux circulaires en fonte, de 1^m40 de diamètre. Ils seront doubles, afin que le service soit assuré même en cas d'accident ou de réparation.

Le réservoir de Montretout sera creusé dans le sol, voûté et chargé de terre gazonnée. De ce réservoir partiront deux conduites en fonte: l'une traversera la Seine et se dirigera vers le réservoir de Passy;

l'autre suivra la rive gauche de la Seine et aboutira au réservoir de Montrouge. Ces deux réservoirs auront chacun un compartiment surhaussé, qui permettra à l'eau de la Vigne d'atteindre les quartiers élevés.

La vitesse de l'eau dans l'aqueduc sera d'environ 1 mètre par seconde. Elle mettra donc environ 30 heures pour se rendre des sources au réservoir.

La dépense totale est évaluée à environ 35 millions, se répartissant de la manière suivante :

Acquisition de sources et travaux de captation proprement dits	Fr. 1.400.000
Aqueduc en tranchée et en souterrain, section de 1 ^m 70	2.200.000
Le même aqueduc, section de 1 ^m 80	10.332.000
Siphons	2.460.000
Terrains nécessaires pour emprise, acquisitions et frais accessoires	1.530.000
Réservoir et double conduite en fonte, du réservoir à Paris	7.500.000
Somme à valoir	9.578.000
TOTAL	35.000.000

Quant aux frais d'entretien annuel et de personnel, ils ne dépasseront pas 50 000 francs, d'après l'estimation des Ingénieurs de la Ville.

Les fonds nécessaires pour les travaux seront prélevés sur les emprunts que la Ville de Paris a été déjà autorisée à contracter.

HENRI MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MINES

OURO PRETO ET LES MINES D'OR (BRÉSIL)

(Suite 1.)

CHAPITRE III. — TRAITEMENT DES SABLES ET MINÉRAIS AURIFÈRES

§ 5. Généralités. — Nous avons vu que les anciens mineurs ont exploité principalement les alluvions et les roches friables aurifères, et plus rarement les roches dures, où se trouvaient des traces d'or visible. Le traitement qu'ils faisaient subir aux premières se réduisait à une suite de lavages, de manière à obtenir des sables concentrés dont ils achevaient la purification à la batée; ils en retiraient ainsi une poudre d'or contenant encore quelques parcelles stériles. Pour les roches dures, ils étaient obligés de faire un broyage préalable, avant de les soumettre au lavage.

Il nous faut donc distinguer le traitement appliqué aux sables et terres aurifères et celui employé pour les roches.

§ 6. Traitement des sables et terres aurifères. — Comme nous venons de le dire, ce traitement se compose de simples lavages.

Dans le principe, les mineurs se contentaient de faire la concentration des sables et la purification de l'or uniquement à la batée; mais ce procédé était excessivement long, à cause de la faible quantité de sables que l'on pouvait y passer à la fois. Aussi, pour pouvoir traiter de plus grandes masses en même temps, ils imaginèrent de diviser l'opération du lavage en deux, en faisant la concentration des sables dans un appareil capable de recevoir une charge importante de sables, et en réservant le travail à la batée pour la purification de l'or des sables concentrés. La seconde partie du traitement se faisant sur une proportion réduite de matière, l'inconvénient de la batée disparaissait, tout en conservant cet appareil, le meilleur instrument de purification qu'ils eussent à leur disposition.

1^o CONCENTRATION DES SABLES ET TERRAINS AURIFÈRES. — Les mineurs faisaient la concentration ou l'enrichissement des sables et terres aurifères, en les soumettant à l'action d'un fort courant d'eau dans des lavoirs à bras, désignés sous le nom de *canoas* et de *bolinetes*, et en retenant les parcelles lourdes, entraînées par l'eau, sur des tables à toiles fixes placées à la suite de chaque lavoir.

La canoa était un lavoir plus primitif que la bolinete, mais, par contre, d'installation plus simple, comme nous pourrions le constater en étudiant successivement ces deux systèmes de lavage.

Lavage dans les canoas. — La canoa consistait en une fosse peu profonde, faite dans la terre, à l'endroit où l'on voulait procéder au lavage des sables (2).

On commençait par creuser un petit canal pour amener l'eau et, à la suite, on établissait une fosse rectangulaire de 1 mètre à 1^m 50 de longueur, de 0^m 50 à 0^m 70 de largeur et de 0^m 10 à 0^m 40 de profondeur, dont le fond était légèrement incliné dans le sens du courant.

Le petit côté du bas était supprimé et l'on prolongeait le fond de la canoa par un plan incliné, appelé *bica*, mesurant près de 2 mètres de longueur et dont la pente variait de 15° à 25°, suivant la nature des matières à laver (fig. 1). C'était la bica qui servait de table à toile

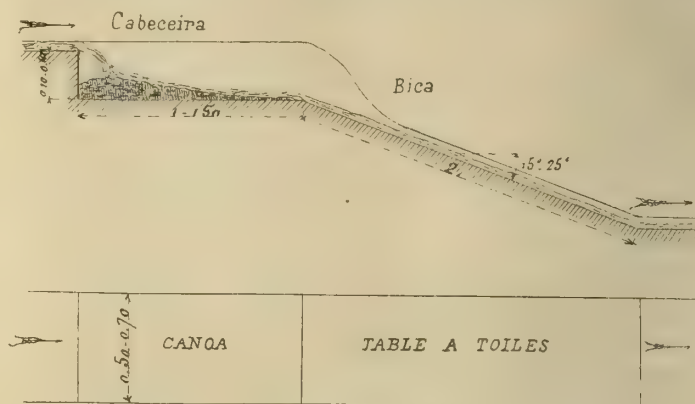


Fig. 1. — Coupe et plan d'une canoa.

fixe, en y étalant des peaux de bœufs, les poils en dessus, ou des morceaux d'étoffes en grosse laine, pour mieux retenir les fragments pesants. Au delà, le canal se continuait, pour faciliter le départ de l'eau, entraînant avec elle les matières stériles. On établissait ordinairement la canoa sur un sol argileux, pour que les parois de la fosse se soutiennent bien; dans le cas contraire, on les consolidait avec de la glaise et des mottes de gazon. Un nègre pouvait préparer une canoa avec sa bica en deux heures.

Les sables que l'on devait concentrer étaient déposés en tas auprès de la canoa, et, une fois les peaux ou les étoffes de laine étendues sur la bica, le laveur commençait son travail. Pour cela, il entrait dans la fosse et, avec son almocafre, il faisait tomber une pelletée de sable qu'il accumulait en avant, à la tête de la canoa (*cabeceira*); ensuite il lâchait l'eau, qui, tombant en cascade sur le sable, l'éparpillait dans le fond (fig. 2).

Pour empêcher qu'il ne s'échappât entre ses pieds une trop grande quantité de matière à la fois, il ramenait en amont, avec son outil, une partie des sables entraînés, qu'il accumulait de nouveau sous la chute d'eau, tandis que les boues légères étaient emportées par le courant sur les tables et au delà. Il remuait ensuite ce tas de sables, en le soulevant avec l'almocafre, pour mieux l'exposer à l'action de l'eau, de manière à permettre à l'or de se déposer au fond. Quand, après avoir répété plusieurs fois ce travail de râblage, il était arrivé à se débarrasser des terres boueuses plus légères et qu'il ne restait plus en amont qu'une couche de sables purs avec l'or déposé, il reprenait une nouvelle pelletée de sables qu'il traitait de la même manière, en prenant la précaution de ne remuer que le nouveau tas, sans toucher au dépôt de dessous.

Durant cette première phase de l'opération, le laveur faisait subir un véritable débouillage à la masse, qui s'amoncelait ainsi par couches successives vers la partie supérieure de la canoa. Celle-ci une fois pleine, il cessait de mettre une nouvelle charge et procédait alors à la concentration de la lavée.

Auparavant il commençait par interrompre le courant d'eau et par laver les toiles des tables dans une cuve; celles-ci remises en place, il lâchait de nouveau l'eau, mais en quantité moindre, et faisait un râblage de la masse contenue dans la fosse, en enfonçant l'almocafre jusqu'au fond, de manière à amener à la surface les parties légères. Au bout d'un certain temps, la lavée étant réduite à une couche mince étalée dans le fond, l'almocafre était devenue inutile pour le râblage; il diminuait encore l'intensité du courant et, une planchette à la main, il se mettait à racleur le dépôt pour le rassembler sous la chute et obliger les dernières parcelles légères à s'échapper. Enfin, rien n'étant plus entraîné et la couche ne formant plus qu'une lame très mince, il détournait complètement l'eau et, avec un petit balai, rassemblait la partie éparpillée dans le tiers supérieur de la fosse, pour la recueillir dans un récipient quelconque, batée ou carombé. Cette partie, la plus riche en or, était mise de côté pour être purifiée, tandis que le reste du dépôt était balayé et rassemblé sous la chute d'eau de nouveau lâchée, afin de faire filer peu à peu le tout sur les tables. Cela fait, les toiles étaient lavées dans la cuve de dépôt et remplacées. Le travail du lavage dans la canoa était terminé et le laveur recommençait sur une nouvelle masse de sables.

Tel est le procédé simple appliqué à la concentration des sables et terres aurifères que les mineurs avaient extraits des rivières ou des montagnes et portés aux dépôts de lavage. Ordinairement ils établissaient leurs canoas au bord d'un ruisseau dont ils détournaient une partie de l'eau en vue du lavage. Les dimensions de la canoa et l'inclinaison des tables variaient suivant la quantité et la nature des matières à traiter.

Quand l'or s'y trouvait à l'état fin, ce qui augmentait les difficultés

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XVI, n° 43, p. 285, n° 44, p. 303; n° 45, p. 325; n° 46, p. 338, et n° 47, p. 355.

(2) VON ESCHWEIGER. *Pluto Braziliensis*. Verwaschen auf Ruhrheerden mit verbundenen Planheerden.

pour le retenir, ils plaçaient plusieurs canoas, disposées en cascade les unes au-dessus des autres, soit directement, soit avec des tables à toiles intercalées entre elles (fig. 3). Plus il y avait de tables employées, plus l'inclinaison devait être forte pour les dernières : ainsi, tandis que les tables supérieures avaient une inclinaison de 15°, les suivantes en avaient une de 20°, et celles de troisième ligne, de 25° à 30°. C'était, du reste, par expérience qu'ils arrivaient à déterminer la pente convenable à donner. Dans le cas d'une semblable série d'appareils, le travail du débouillage était fait par un laveur, dans chaque canoa, et, pour la concentration de la lavée, on opérait d'abord dans la canoa supérieure, puis dans chacune des suivantes successivement.

Outre les canoas creusés dans la terre, on construisait aussi des

L'opération du lavage dans la canoa s'effectuait par le procédé ordinaire, avec cette différence que le laveur n'avait pas à verser de charges de sable à la cabeceira, puisque celui-ci était directement apporté par l'eau.

Lavage dans les bolinetes. — La bolinete était une sorte d'auge en bois, dont les dimensions permettaient à deux ou trois hommes de travailler à la fois ; sa production était donc supérieure à celle de la canoa. Au reste, elle avait une forme analogue : une caisse inclinée, en gros bois, de 1^m50 à 3 mètres de longueur, avec une largeur de 1 mètre environ à la tête (*cabeceira*), qui allait en diminuant jusqu'au bas, où elle n'avait au plus que 0^m90. Comme la canoa, elle était ouverte à l'extrémité inférieure ; seulement on pouvait y adapter

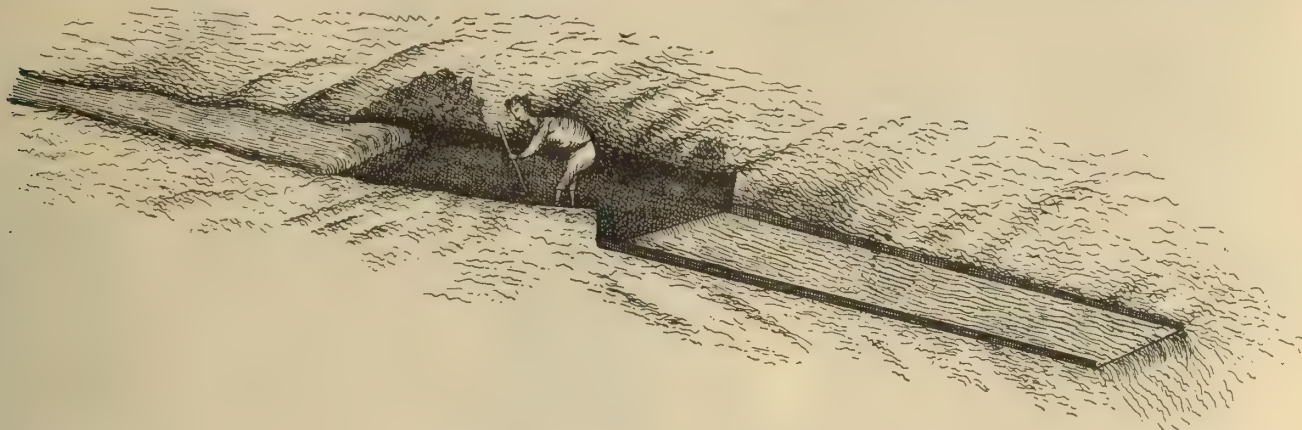


FIG. 2. — Vue d'une canoa (reproduction d'un dessin de Von Eschwege).

canoas en pierres, lorsque le lavage devait s'exécuter constamment à la même place, comme cela se présentait pour la concentration des dépôts aurifères des mondéos⁽¹⁾. Dans ce but, on avait au pied de la fente verticale de chaque réservoir un seuil dallé et légèrement incliné d'environ 2 mètres de longueur, à la suite duquel venait la canoa, dont le fond était formé de dalles, et les pans de gros blocs de pierres ; sa largeur était supérieure à celle des canoas ordinaires. Après, se trouvaient les tables fixes dallées, au nombre de deux à quatre généralement, séparées entre elles par un petit rebord en dalles placées de champ. Ces tables avaient une inclinaison plus faible que celles des canoas simples, mais une longueur plus grande, atteignant jusqu'à 10 mètres ; à leur suite, existait un plan incliné, pavé de pierres

des traverses en bois, qui, placées les unes sur les autres, formaient un barrage, permettant d'accumuler dans la caisse une plus grande quantité de lavée ; aussi donnait-on aux bolinetes une plus grande profondeur. L'inclinaison de la caisse était aussi plus forte pour faciliter le départ de l'eau et des matières légères ; elle variait du reste suivant la nature des sables à traiter. A la suite de la bolinete, étaient disposées des tables à toiles fixes, exactement comme pour la canoa⁽¹⁾.

Le travail se faisait de la même manière : l'eau arrivait par une rigole et tombait en cascade à la tête de la caisse, où l'on versait par pelletées les sables à concentrer ; les laveurs faisaient le débouillage suivant le procédé ordinaire ; seulement, à mesure que les couches de lavée s'accumulaient, ils ajoutaient une traverse pour maintenir

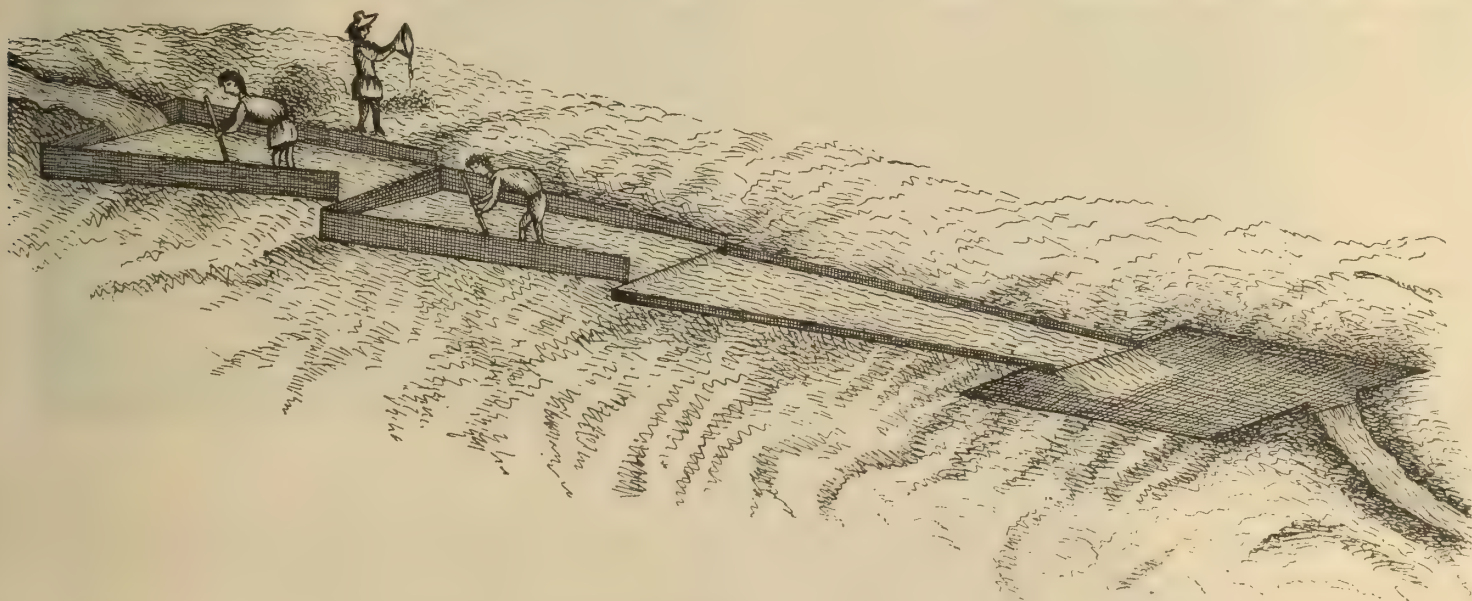


FIG. 3. — Canoas superposées (reproduction d'un dessin de Von Eschwege).

roulées et dont la pente très forte permettait l'écoulement rapide des rejets qui allaient tomber dans le canal inférieur.

Lorsqu'on devait effectuer la concentration des dépôts accumulés dans un mondéo, on commençait par étaler des toiles (peaux ou morceaux de laine) sur les tables, puis, après avoir retiré la traverse supérieure de la fente, on lâchait un certain courant d'eau dans le mondéo par le déversoir d'arrière. La force de l'eau entraînait peu à peu les boues de la surface, qui venaient se déverser par la fente et tomber en cascade sur le seuil dallé, puis dans la canoa, où les parties lourdes se déposaient. Lorsque le niveau des boues s'était abaissé dans le réservoir au point de ne plus pouvoir passer par-dessus le barrage, on retirait une nouvelle traverse, et le travail continuait.

l'écoulement au niveau de la couche supérieure. Une fois toutes les traverses placées, la caisse ne pouvant plus recevoir une nouvelle charge de sable, on passait à la concentration. Celle-ci s'effectuait en râblant avec l'almocafre la masse que l'on ramenait vers la chute d'eau ; pour faciliter le départ des matières légères, on retirait une traverse du barrage, et à mesure que l'on avançait dans le râblage, on enlevait successivement toutes les traverses. Une fois le travail terminé, alors qu'il ne restait dans la caisse qu'une couche mince de lavée, on recueillait la partie riche de la cabeceira pour la passer à la batée, tandis que l'on faisait filer le reste sur les tables⁽²⁾.

(1) VON ESCHWEGE. *Pluto Brasiliensis*. Verwaschen auf Bolinetes, oder verbesserten Rührherden, besonders für das Cascalho-Lager und Ganggold (Formação).

(2) La bolinete rappelle beaucoup le caisson allemand par sa forme et par le mode de travail, au moins en ce qui concerne le débouillage.

(4) Voir la figure 4, coupe, plan et perspective d'un mondéo (*Génie Civil*, tome XVI, n° 17, p. 356).

Quand on traitait des sables et des terres où l'or se trouvait fin et léger, on faisait le lavage dans une série de bolinetes étagées les unes au-dessus des autres, avec des tables à toiles à la suite ou intercalées dans l'intervalle de deux caisses. Les mineurs observaient les règles citées précédemment pour l'inclinaison à donner aux tables et pour la manière d'exécuter le travail.

Comme ces divers lavoirs étaient tous à découvert, le lavage ne pouvait se faire que pendant la saison sèche ; des pluies torrentielles tombant presque constamment pendant une certaine partie de l'année empêchaient tout traitement. C'est pour ce motif que l'on donnait de grandes dimensions aux mondéos, afin de pouvoir y accumuler les débris de l'exploitation d'une année.

En résumé, le travail était le même dans la canoa et la bolinete et comprenait deux phases distinctes : dans la première, on accumulait la masse aurifère dans la caisse, en lui faisant subir un simple débouillage ; dans la seconde, on exécutait la concentration de la masse, dont la partie riche était mise à part, tandis que le reste passait sur les tables, où les parcelles lourdes étaient retenues. Le dépôt riche et celui des tables étaient ensuite soumis à une nouvelle opération, chacun séparément, pour la purification de l'or.

PAUL FERRAND,

(A suivre.)

Professeur à l'École des mines d'Ouro Preto (Brésil).

VARIÉTÉS

LES ÉTATS-UNIS A VOL D'OISEAU

(Suite et fin.)

Chemins de fer. — Le principal moyen de locomotion aux États-Unis est le chemin de fer, mais pas le chemin de fer tel que nous l'imaginons, avec des trains courant à toute vapeur sur des voies mal faites et compromettant à chaque instant la vie des voyageurs. Cette idée d'une vitesse effrénée est encore une pure légende. Si le *limited* de New-York à Chicago fait 40 milles (64 kilomètres) à l'heure, si l'express de New-York à Philadelphie en fait 46 (72 kilom.), les Américains sont trop pratiques pour ne pas savoir ce qu'il en coûte de rouler vite, et ils ne le font que lorsqu'il y a lieu de le faire. Dans la prairie, dans la montagne, là où la concurrence n'est pas venue modifier le régime de l'exploitation, le train circule avec une rapidité modérée qui varie entre 20 et 30 milles à l'heure, c'est-à-dire entre 32 et 48 kilomètres, vitesse qui suffit amplement aux besoins du trafic.

Nous entendons souvent parler d'accidents de chemins de fer aux États-Unis, mais il faut tenir compte du fait que leur réseau est sept fois plus développé que le nôtre, élément qui doit intervenir dans les statistiques. Du reste, la plupart des catastrophes ne sont pas dues à un excès de vitesse, non plus qu'à un défaut du tracé, mais bien plutôt à une erreur ou au mauvais entretien de la voie.

D'une façon générale, les Ingénieurs chargés de la création de la ligne évitent autant que possible les travaux d'art, et nous en avons donné une idée en parlant des *ferries* qui servent à traverser les rivières. Cette préoccupation se manifeste à chaque instant au milieu des Montagnes Rocheuses, où les tunnels sont très rares : on préfère aborder les fortes rampes et les courbes de petit rayon comme celles qui ont été adoptées à *Marshall pass*, sur la ligne de Denver à Ogden.

Quant au nombre de voies, il dépend de l'importance du trafic. Si dans l'Ouest la plupart des railways ne comptent qu'une voie, dans l'Est beaucoup en ont deux, et même certaines sections en ont quatre, comme le *Central New-York and Hudson River Railroad* ; deux tracks sont réservés au transport des marchandises, et les deux autres exclusivement consacrés à la circulation des voyageurs.

En examinant le matériel avec attention, on ne s'aperçoit pas qu'il soit supérieur au nôtre comme qualité ; il est différent, mais non meilleur. Ce qui frappe surtout, c'est la mobilité du train, très flexible, malgré la longueur des wagons, mobilité qui est nécessaire pour passer dans les courbes de petit rayon. Cette souplesse du convoi est obtenue au moyen de deux artifices :

Le car, au lieu d'être supporté directement par les axes, repose sur un chariot à deux ou trois essieux, et le système de liaison lui permet de tourner autour du point d'attache, ce qui assure dans les courbes une inscription plus facile du tracé porteur ;

Les tampons d'attelage, au lieu d'être rejetés sur les côtés, sont réduits à une pièce centrale, et deux voitures consécutives peuvent prendre l'une par rapport à l'autre des orientations différentes en roulant sur des surfaces courbes en contact.

Au point de vue de l'aménagement, les wagons ordinaires se composent d'une longue chambre avec sièges latéraux et couloir central ; un water-closet est adjoint au car, qui se termine à chaque extrémité par une plate-forme. Le confortable n'existe guère, et, sous ce rapport, nos wagons de première classe valent la classe correspondante aux

États-Unis. Les commodités de circulation ne sont point à dédaigner, puisqu'il est facile de se promener d'un bout à l'autre du train.

Les voitures de luxe, les *Pullman palace cars*, comme on les appelle, sont tout simplement merveilleuses. La voiture, souvent longue de vingt mètres, comprend à son extrémité une cabine-salon avec water-closet, puis un cabinet de toilette pour les dames ; à l'autre bout se trouvent le fumoir, le water-closet et le cabinet de toilette des hommes. Au milieu se trouve un grand salon long de dix à douze mètres avec banquettes latérales disposées perpendiculairement à la voie. Ces salons ont l'aspect qu'aurait un de nos wagons de première classe si, en son centre, on pratiquait un corridor et si les séparations ne montaient pas jusqu'au plafond.

La nuit venue, chaque section se transforme en un lit très large ; d'en haut descend un autre lit qui a été relevé toute la journée et qui, par sa disposition, contribuait à l'ornementation de la salle. Ces cars sont luxueux, très confortables et beaucoup plus agréables que les boîtes dont la réunion constitue nos wagons-lits.

Certains trains de luxe se composent exclusivement de Pullman



Fig. 1. — Royal Gorge (Colorado). Traversée des Montagnes Rocheuses.

cars (ou de voitures analogues), auxquels on adjoint un *dining car* ou wagon restaurant, un *parlor car* ou wagon-salon, avec bibliothèque, boutique de barbier et salle de bains. Ajoutons que quelques convois sont *vestibuled*, c'est-à-dire que la plate-forme est fermée et reliée à la suivante au moyen d'un joint à soufflet, ce qui permet de circuler sans danger et sans désagrément provenant de l'action du vent ou de la poussière.

Les tarifs sont fort variables ; dans l'Est on paie environ 0 fr. 0625 par voyageur et par kilomètre (en première classe), tandis que sur certains tronçons des territoires de l'Ouest, ce prix arrive à être quintuplé. Le supplément pour les *Pullman* est d'environ 25 %.

Les voyages sont d'une facilité extrême, malgré la complication du trajet. Il est rare qu'on ne puisse obtenir un billet direct, limité ou non comme durée ; dans ce dernier cas, il est perçu un petit supplément.

L'enregistrement des bagages est fort simple. Disons d'abord que la franchise est de 150 livres, ce qui fait que, dans la plupart des cas, il n'est point nécessaire de procéder à un pesage. L'employé préposé à la réception des colis juge par un simple coup d'œil que vous êtes au-dessous de la limite réglementaire, et il vous donne un *check* numéroté, accroche le pareil à votre malle. Dans le cas où le colis doit suivre un

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 14, p. 301 ; n° 16, p. 340, et n° 17, p. 358.

VIADUC DE LA SOULEUVRE — LIGNE DE VIRE À S

Fig.1. Fragment d'élévation du tablier.

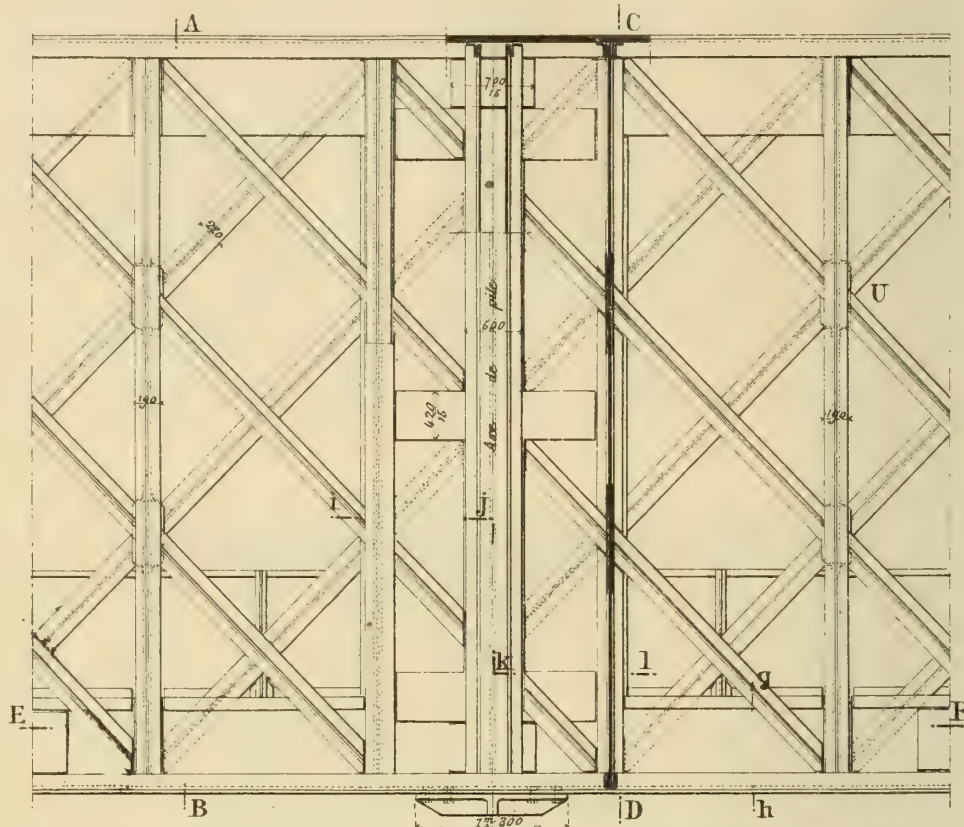
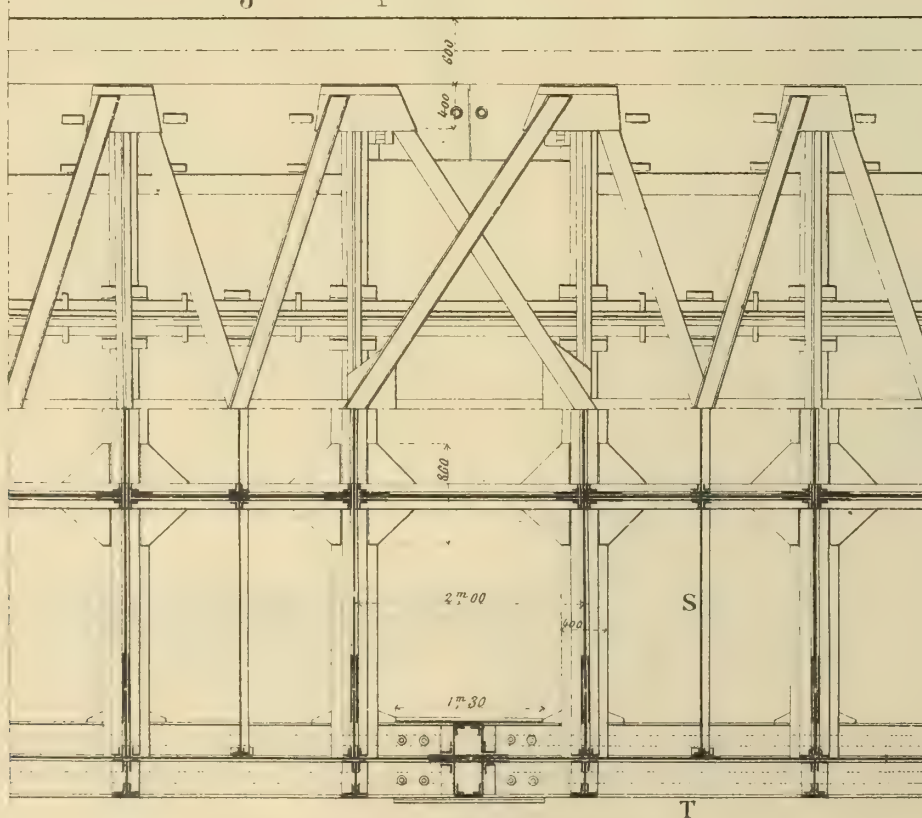


Fig.3. Demi-plan au-dessus du tablier.



Demi coupe horizontale suivant EF.

Echelles

Fig.1.2.3. ... 0^m 015 par mètre

Fig. 4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14. ... 0^m 05 par mètre

Fig.2. Demi coupe transversale sur AB. (Poutre courante)

Demi coupe transversale sur CD au-dessus du tablier

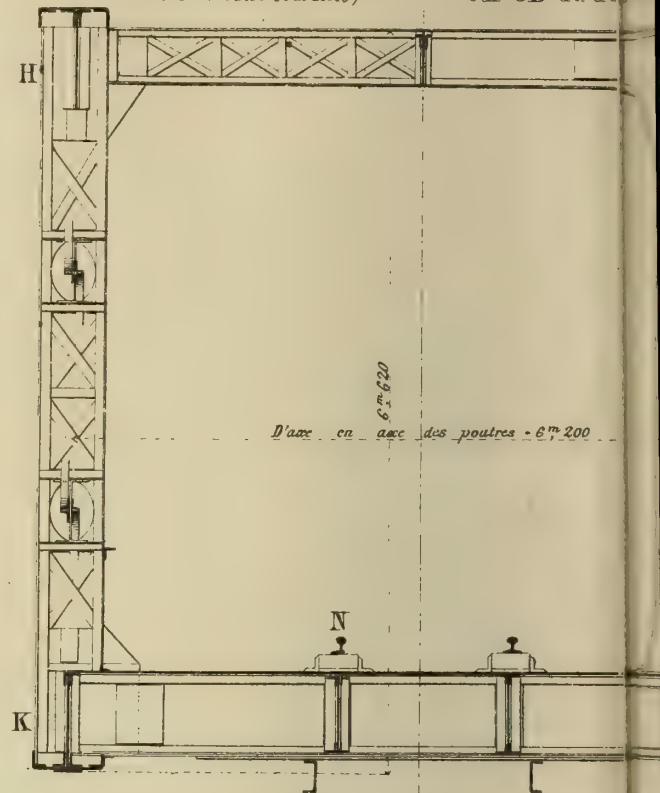


Fig.10. Coupe suivant OP.

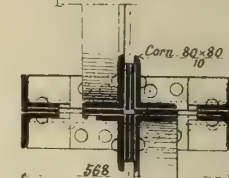


Fig.12. Coupe suivant QR.

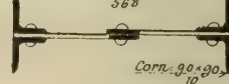
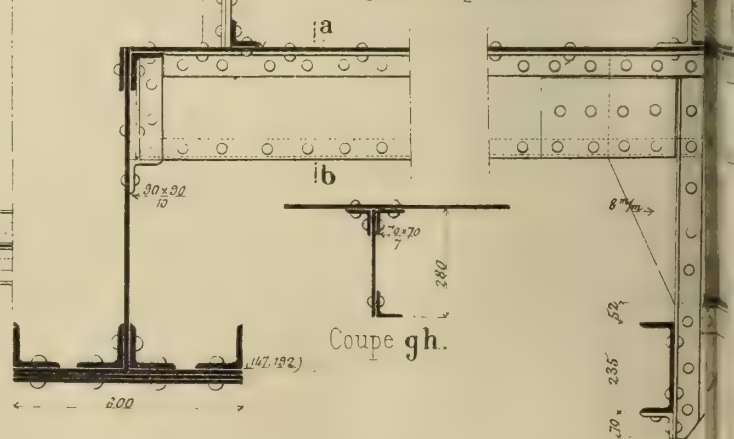


Fig.13. Coupe suivant ST.



Ô ET À CAEN - DÉTAILS DU TABLIER MÉTALLIQUE.

versale
d'une pile



il U.

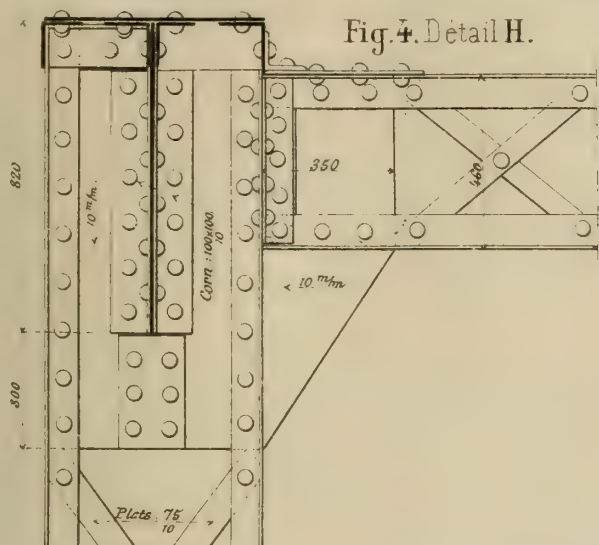
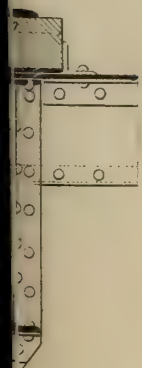
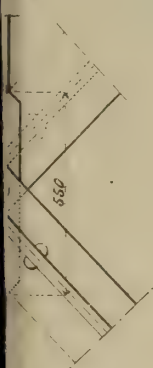


Fig. 4. Détail H.

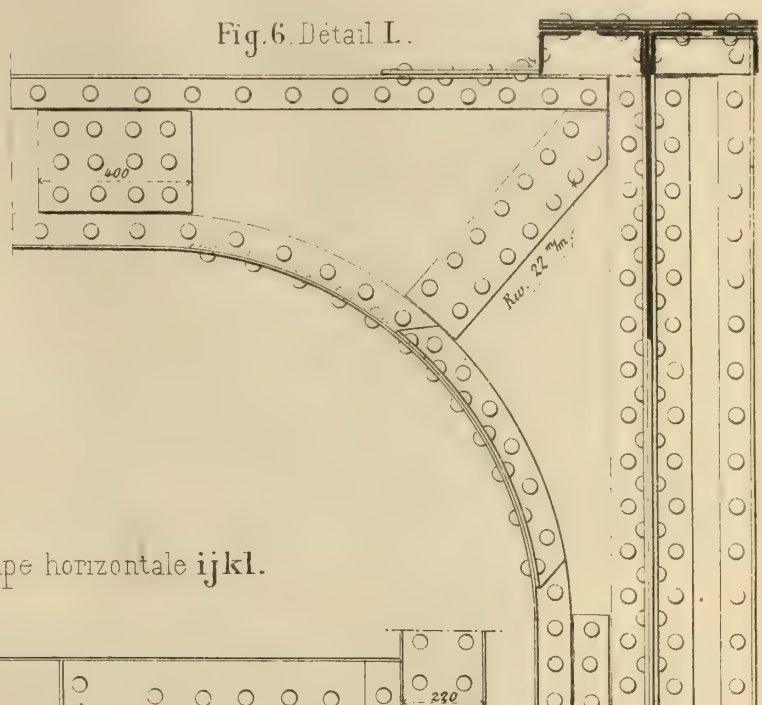


Fig. 6. Détail L.

Fig. 14. Coupe horizontale ijkl.

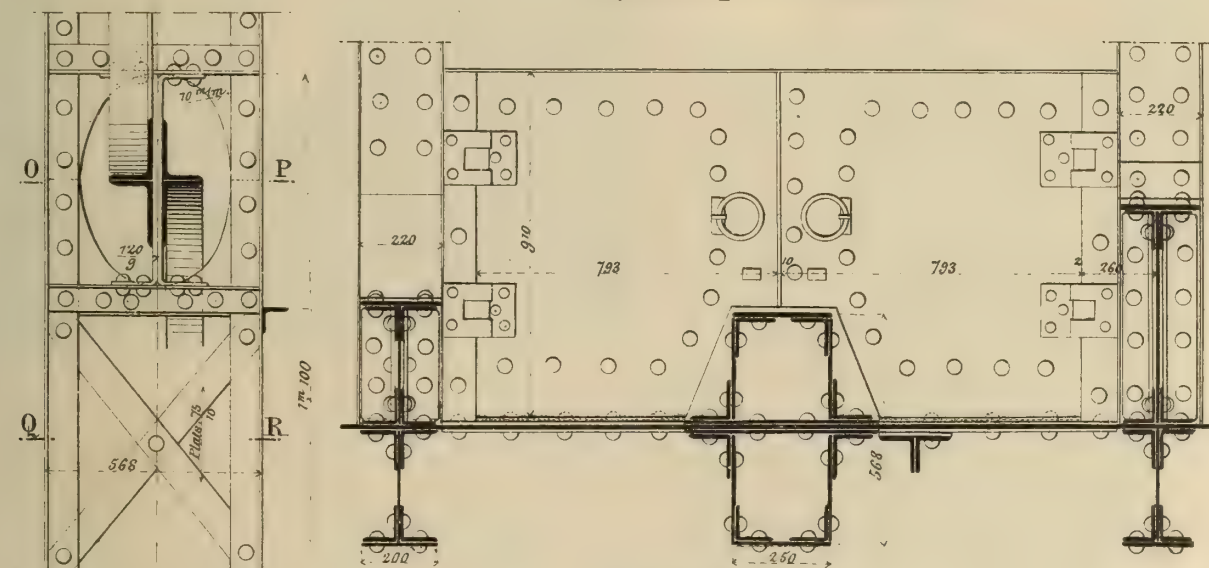


Fig. 5. Détail K.

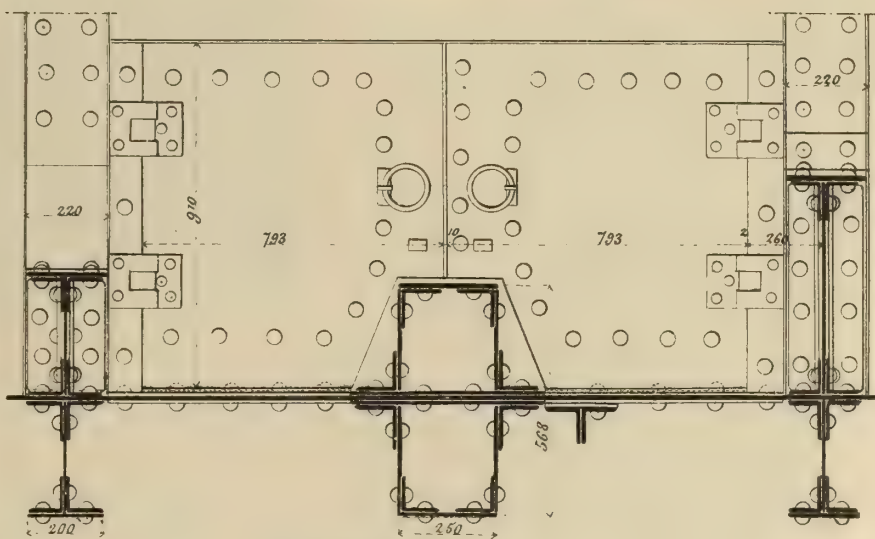


Fig. 8. Détail N.

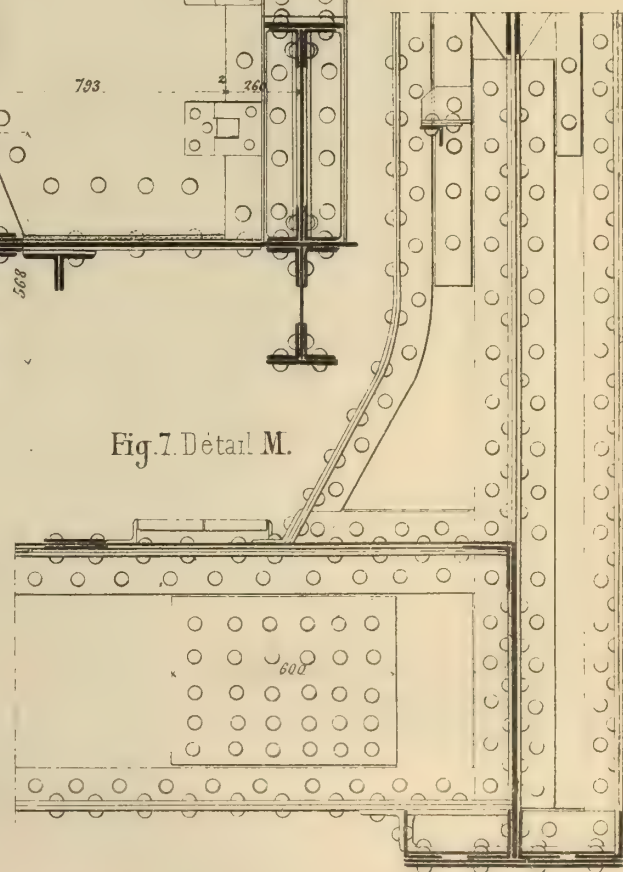
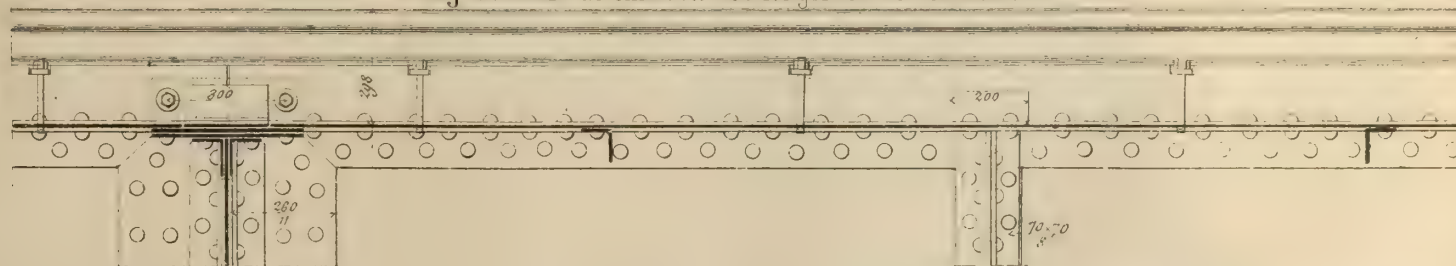


Fig. 7. Détail M.

Fig. 9. Mode de fixation des longrines sur le tablier



chemin compliqué, le check porte un carton sur lequel on inscrit la route à suivre.

Nous ne dirons rien du réseau ferré. Il suffit de jeter un coup d'œil sur une carte pour se rendre compte de son importance et pour voir combien il est serré dans l'Est. Le temps n'est plus où les communications étaient difficiles entre New-York et San Francisco; aujourd'hui les deux océans sont reliés:

1° Par la ligne qui va de *New-Orleans* à *San Diego* en passant par El Paso;

2° Par la ligne de *Richmond* à *San-Buenaventura* en passant par Cincinnati, Saint-Louis, Kansas-City, La Junta, Atlantic et Pacific Junction, Peach-Springs et Mojave;

3° Par la ligne de *Washington* à *San Francisco* par Cincinnati, Saint-Louis, Kansas-City et Ogden;

4° Par la ligne de *New-York* à *San Francisco* par Chicago, Denver, et se soudant à la précédente dans le nord de l'Utah;

5° Par la ligne de *Boston* à *Salem* par Buffalo, Chicago, Saint-Paul et Helena.



FIG. 2. — *Castle Gate* (Utah). Traversée des Montagnes Rocheuses.

Nous résumons dans le tableau comparatif suivant le nombre de kilomètres actuellement en exploitation aux États-Unis et dans les principales contrées du globe:

	Milles.	Kilomètres.
États-Unis.	137.986	220.000
Allemagne	22.834	36.500
France	20.177	32.300
Angleterre	19.169	30.600
Russie	15.934	25.500
Autriche	13.727	22.000

Mines. — Le sol du Nord-Amérique, très varié dans sa nature géologique, contient un grand nombre de mines, dont quelques-unes sont d'une richesse incroyable. Depuis longtemps déjà, depuis l'époque des premiers explorateurs, cette contrée fut considérée comme la patrie privilégiée de l'or, et le grand *excitement* pour la Californie est encore présent à toutes les mémoires. Aujourd'hui, ces fièvres sont un peu calmées, et si les gîtes attirent les exploitants, ils n'exercent plus cette fascination qu'ils ont produite dans le passé.

Au premier rang, il faut placer les mines de houille, dont l'importance est allée sans cesse en grandissant pendant ces dernières années, comme le prouve le tableau suivant:

Production.	Il y a dix ans.	1886.
	tonnes	tonnes
Total du globe. . .	»	426.000.000
Angleterre	147.000.000	157.000.000
États-Unis	40.000.000	100.000.000
Allemagne	46.000.000	78.000.000
France	19.000.000	20.000.000

Il est à remarquer que, tandis que la production de la France et de l'Angleterre augmentait dans une proportion de 5 et de 7 %, celle de l'Allemagne croissait de 70 %, et ce chiffre était porté à 150 % pour les États-Unis.

En 1886, l'extraction du charbon se répartissait ainsi dans le Nord-Amérique:

Charbon gras	64.384.060 tonnes de 1000 kilogr.
— maigre	35.288.945 —
TOTAL.	99.673.005 —

Pour donner une idée de l'importance des bassins houillers, qui em-

brassent près de cinquante millions d'hectares, nous extrayons les chiffres suivants de la statistique officielle:

Gisements.	Superficie en milles carrés.	Superficie en hectares.
Illinois.	36.800	9.420.000
Missouri.	26.800	6.860.000
Iowa	18.000	4.608.000
Kansas.	17.000	4.352.000
West Virginia . .	16.000	4.096.000
Ohio.	10.000	2.560.000
Pensylvanie . . .	10.000	2.560.000
Arkansas.	9.000	2.304.000
Kentucky.	9.000	2.304.000
Alabama.	8.500	2.176.000
Michigan	6.700	1.715.000
Indiana	6.500	1.664.000
Tennessee	5.000	1.280.000
Texas	4.500	1.152.000
Nebraska	3.000	768.000

Quant au coke, il en a été fabriqué 6954894 tonnes, avec un rendement moyen de 64 %.

Pendant cette même année 1886, le pétrole, exploité surtout en Pensylvanie, a fourni les résultats suivants:

Pensylvanie et New-York. .	25.798.000 barils
Ohio	1.782.070 —
Californie	377.145 —
West Virginia	102.000 —
Divers	50.000 —
TOTAL.	28.110.115 barils

quantité qui correspond à 53 600 000 hectolitres.

Le *cuivre* est l'objet d'une exploitation active, aussi bien sur le bord des lacs que dans l'Arizona, le Montana, le New-Mexico, la Californie, etc. La production, qui était de 61 646 232 livres en 1882, est montée en 1886 à 161 235 381 livres, c'est-à-dire à 73 040 tonnes françaises.

L'*argent* se rencontre au Colorado, en Californie, dans le Montana, le Nevada etc., et depuis cinq ou six ans, sa production n'a pas varié de 10 %. En 1886, elle atteignait 39 910 279 onces troy ou 1 241 210 kilogr.

L'*or*, qui provient surtout de la Californie et du Colorado, se trouve aussi dans le Montana, le Nevada, le Dakota, l'Idaho, l'Arizona, l'Orégon, etc. La production, assez constante en général, a été de 1538 376 onces en 1886 (47 843 kilogr.).

Les métaux que l'on rencontre sur le territoire de l'Union sont extrêmement nombreux et ont donné lieu à des exploitations multiples. Le plomb notamment est extrait par grandes masses et entre dans la métallurgie des métaux précieux. Il en est de même du mercure, que l'on a rencontré en Californie aux environs de New-Almaden.

Ce développement des exploitations minières a été suivi de la création d'un grand nombre d'usines métallurgiques, au premier rang desquelles il convient de citer les forges et aciéries qui se sont établies dans les industrieuses provinces de l'Est. Plus récemment, on a construit les grandes fonderies de Denver, les affineries d'Omaha, et tous les jours naissent des *smelters*. L'industrie minière et sa sœur la métallurgie se prêtent un mutuel secours, et c'est par centaines de millions de dollars qu'il faut compter les valeurs annuellement créées.

L'activité américaine. — Après avoir esquissé les grandes lignes de la terre américaine, nous ne pouvons nous dispenser de dire quelques mots de l'activité de la population. Cette activité, nous l'avons rendue manifeste en parlant des mines et des chemins de fer, mais nous pouvons en fournir des exemples plus frappants. De ce côté de l'Atlantique, nous regardons les Yankees comme des êtres à part, bizarres et entreprenants. Cette réputation que nous leur avons faite est basée sur des récits exagérés ou inexacts de voyageurs dépayés au milieu d'un pays qu'ils n'ont pas compris ou sur des observations superficielles de types excentriques, venus chez nous pour y faire parler d'eux, et ne représentant pas le moins du monde la moyenne de la société d'outre-océan.

Pourtant il est certain que les hommes de l'Union ont des qualités spéciales, et il est facile de se rendre compte qu'il n'en peut être autrement, si l'on veut examiner les faits au point de vue psychologique et social.

Lorsqu'un pays neuf vient à être signalé à l'attention du Vieux-Monde, quel que soit l'engouement dont on se prenne pour lui, il est rare que la partie aisée d'une population consente à s'expatrier pour aller coloniser des terres inconnues, et si le fait se produit, ce n'est guère qu'à l'état d'exception. C'est surtout parmi les malheureux que se recrute le personnel de l'émigration, et encore en voyons-nous beaucoup qui préfèrent traîner une existence misérable plutôt que de quitter le sol sur lequel ils sont nés. Ordinairement, celui qui va chercher fortune à l'étranger, travailleur ou aventurier, possède un esprit de décision et une activité qui font défaut à ses concitoyens.

Si l'immigration dans un pays neuf amène des éléments actifs, il

est rare qu'elle soit accompagnée de beaucoup de science. Aussi la colonisation ne peut-elle réussir du premier coup que dans des conditions exceptionnelles. Généralement, le nouvel établissement traverse une série de phases plus ou moins malheureuses. Si l'énergie des colons n'est pas suffisante, la ruine survient bien vite; si, au contraire, l'homme arrive à faire son éducation et à dompter la nature, il sort plus fort de la lutte qu'il a entreprise et est tout préparé pour développer la prospérité de son installation. Telle est l'histoire du sol américain, où les nouveaux venus trouvaient des terres pour vivre. Les uns sont morts à la peine, les autres ont réussi en perfectionnant, pour ainsi dire, leurs qualités natives, qui, dans leur patrie primitive, se seraient peut-être atrophiées, faute d'avoir l'occasion de s'exercer.

Le Nord-Amérique a reçu de nombreux habitants venus d'Europe, et appartenant à toutes les catégories, à toutes les nationalités : Anglais et Allemands, Français et Flamands, honnêtes gens et criminels. Chacun a apporté sa pierre à l'édifice, a développé ses qualités et quelquefois même ses défauts. Ce dernier cas est plus rare que le premier; la colonisation est moralisatrice.

Si nous exceptons les natures foncièrement mauvaises, nous voyons que beaucoup d'individus ne sont poussés au crime que par la misère ou le dégoût d'une rémunération qu'ils trouvent insuffisante. Transportez ces hommes dans un pays où ils pourront avoir les mêmes facilités d'existence que les autres, donnez-leur des terres; s'ils sentent qu'ils peuvent devenir les égaux de ceux qui les entourent, leur jalousie n'aura pas à se manifester, et il est plus que probable qu'ils feront d'excellents colons. Ce raisonnement n'est point général, et, dans les solitudes du *Far-West*, nous voyons des *outlaws* vivre de brigandage plutôt que de travailler, mais de telles exceptions heureusement sont rares.

Considérant l'immigrant comme une plante sauvage, nous estimons que la vie nouvelle qu'il commence lui fait subir une véritable culture, une véritable transformation. Possesseur de facultés perfectionnées ou acquises, il est le père d'une famille qu'il élève, qui hérite de ses idées, de sa manière d'être, et qui suit son exemple, en progressant la plupart du temps, aussi longtemps que les conditions restent favorables.

Telle est la cause qui a fait du peuple américain ce qu'il est, peuple qui est encore dans la voie ascendante, car la terre ne manque pas aux laboureurs, la mine suffit encore au mineur, l'industrie à l'industriel, le commerce au commerçant.

Mais, à côté de cette considération, il faut en faire valoir une autre et tenir compte du point de départ. Deux hommes inégalement instruits ne se comporteront pas de la même façon dans des circonstances analogues. Mille indices peuvent échapper à l'un, que l'autre ne manquera pas de recueillir, pour en tirer parti s'il y a lieu. Par suite, le développement de leur établissement ne sera pas identique. Le même raisonnement peut évidemment s'appliquer à deux groupes.

Considérons la naissance d'une colonie, il y a mille ans, et sa création à une époque moderne; nous nous trouvons en présence du cas que nous venons d'énoncer. Nos contemporains, armés des découvertes de la science, iront beaucoup plus vite en besogne que les anciens, toutes choses égales d'ailleurs. Au lieu de créer des routes, ils établissent des chemins de fer; ils bâtissent leurs cités suivant les règles de l'hygiène; ils s'entourent d'un confortable autrefois inconnu, etc., etc.

Pourtant, la ville ancienne possède des habitants aussi instruits que les nouveaux citadins, peut-être sortis de ses murs, et la nouvelle agglomération peut devenir bien supérieure à l'ancienne. C'est que, dans la vieille cité, on se trouve en présence de résultats acquis, d'habitudes prises; des capitaux ont été immobilisés pour créer une installation qu'une découverte vient reléguer au second plan. La vieille ville hésite et reste telle qu'elle est, tandis que la nouvelle adopte d'emblée le système perfectionné.

A cette cause fort naturelle, qui aide à un premier établissement mieux entendu, il faut joindre celle que nous avons mentionnée plus haut. L'esprit actif d'un nouveau peuple décidera quelquefois la disposition et le remplacement d'une installation insuffisante. Chez une vieille nation, on a, depuis longtemps, pris son parti des choses, on aime son entourage, on a fait son nid; l'esprit de soumission s'est transmis à la postérité, et si l'on est *bien*, on ne cherche pas à être mieux.

Aux États-Unis, point de village, quelque petit qu'il soit, où l'on n'observe pas certaines règles d'hygiène. On évite les rues étroites et l'on recherche une large admission d'air. Aussi certains bourgs produisent-ils un effet singulier avec leurs maisons écartées, qui semblent semées au hasard, tandis qu'en réalité, elles sont distribuées d'après un plan déterminé, plan toujours le même; les rues se coupent à angle droit, isolant les blocs et permettant de se retrouver sans erreur.

Quelques villes ont atteint un degré de prospérité incroyable, comme le prouvent les statistiques. Voici le relevé de la population des principales cités de l'Union :

New-York	fondée en 1621	1.500.000 habitants
Philadelphie	— 1682	1.000.000 —
Chicago	— 1830	1.000.000 —
Brooklyn	— 1621	750.000 —

Boston	fondée en 1630	400.000 habitants
Saint-Louis	— 1764	400.000 —
Baltimore	— 1729	400.000 —
San Francisco	— vers 1845	300.000 —
New-Orléans	— 1717	250.000 —

Les Américains, dans l'établissement de leurs villes, se préoccupent beaucoup de la santé publique. Aussi avons-nous souvent constaté qu'ils ne reculent pas devant des dépenses considérables, soit pour amener l'eau potable, soit pour conduire au loin les eaux d'égout, au moyen de collecteurs généralement bien compris.

Dans certains endroits réputés comme *sanitariums*, à Denver, par exemple, la mortalité annuelle n'est que de 105 pour 10 000 habitants, à Saint-Paul (Minnesota) ce chiffre est de 120, tandis qu'il s'élève à 187 pour Chicago, à 190 pour San Francisco, à 203 pour Baltimore, à 216 pour Brooklyn et à 265 pour la Nouvelle-Orléans. Mais il est juste de dire que les constructions de Brooklyn n'ont pas l'aspect confortable que l'on peut remarquer ailleurs, et que les passes du Mississippi sont bien faites pour vicier l'air de la Nouvelle-Orléans.

Parmi les cités les plus extraordinaires, nous citerons Chicago, dont la position exceptionnelle au bord du Michigan lui a valu le nom de « Reine des lacs ». Le tableau suivant, relatif à l'accroissement de la population, est des plus instructifs.

1830.	70 habitants.	1865.	178.900 habitants.
1840.	4.853 —	1870.	298.977 —
1845.	12.088 —	1880.	503.185 —
1850.	29.933 —	1885.	727.000 —
1855.	60.627 —	1886.	750.000 —
1860.	112.172 —	1887.	815.000 —

Le 9 octobre 1871, Chicago fut victime d'un terrible incendie, qui prit naissance, vers 8 heures du soir, dans l'ouest de la ville. Poursuivies par une brise du sud-ouest et alimentées par des constructions légères, les flammes s'étendirent avec une rapidité terrifiante, et en quelques moments tout le quartier nord fut en feu. L'espace dévasté fut de 2 560 acres (plus de 1 000 hectares) et vingt mille maisons ou monuments furent entièrement détruits. Le professeur Richards évalua la température développée à 45 000° F. (plus de 8 000° C.); que ce chiffre soit exact ou non, il est certain qu'elle fut excessive, car on fut plus de huit jours avant de pouvoir fouiller certains décombres. et on trouva des pièces d'acier soudées les unes aux autres par l'effet de la chaleur.

Le général Sheridan, qui conduisait les travaux de sauvetage, réussit à protéger le quartier sud, en faisant sauter à la poudre toute une série de bâtiments, dans le but de faire la part du feu.

Les pertes dépassèrent deux cents millions de dollars (un milliard de francs), dont la moitié environ fut payée par les Compagnies d'assurances.

On n'a jamais connu exactement le nombre des victimes de ce désastre, et un seul décès fut dûment constaté. L'incendie coïncida avec la disparition d'une centaine de personnes, que l'on suppose avoir été brûlées; mais on ne retrouva pas les débris, qui furent entièrement détruits par la haute température développée.

Des secours furent envoyés aux sinistrés; ils se montèrent à cinq millions de dollars, somme insignifiante par rapport à l'étendue du désastre. Heureusement, les raisons qui avaient fait de Chicago une ville de trois cent mille âmes existaient toujours et allaient, en moins de vingt ans, en tripler la population.

Aujourd'hui il ne reste plus trace des souffrances passées. De larges rues, de belles avenues sillonnent la cité. Un magnifique boulevard borde le lac, et le quartier Nord, fort aristocratique, est recouvert d'élégantes habitations particulières. Plus de vingt lignes de chemins de fer forment autour de Chicago un réseau de premier ordre, qui dessert un grand nombre d'usines et de magasins, tandis que des navires d'assez fort tonnage sillonnent les lacs et apportent à la reine du pays le tribut de leurs rives.

Les réceptions et les réexpéditions de grains atteignent un chiffre élevé : elles dépassent aujourd'hui dix millions d'hectolitres.

Les animaux entrés à Chicago en 1886 comprennent :

Gros bétail	1.963.900	} Valant 166.741.754 dollars, ou plus de huit cents millions de francs.
Porcs	6.718.761	
Moutons	1.008.790	
Chevaux	27.559	

La plupart de ces animaux vont alimenter les stocks yards, dont les installations sont si curieuses.

A côté de Chicago, nous donnerons quelques renseignements sur Denver, qui ne compte que 100 000 habitants, mais dont l'existence est encore bien courte, puisqu'en 1870 la population ne s'élevait pas à 5 000 âmes. C'est surtout à la proximité des mines que cette ville doit sa prospérité. Deux immenses usines se sont installées à ses portes, recevant avec une égale facilité le combustible et le minerai. Le voisinage de la montagne assure à Denver une existence industrielle, tandis que la vaste plaine qui se développe vers l'Est est un sûr garant pour sa richesse agricole.

En 1887, la production des mines a dépassé 140 millions de francs,

et celle du charbon a atteint 1 800 000 dollars (9 millions de francs). Quant au roulement des usines métallurgiques, c'est par centaines de mille tonnes qu'il faut le chiffrer.

Les chiffres suivants donnent la mesure de la prospérité agricole de la contrée :

Production.	Bushels par acre.	Hectolitres par hectare.
Froment	25 à 70	22 à 63
Avoine	35 à 85	31 à 77
Maïs	25 à 60	22 à 54
Pommes de terre	100 à 600	90 à 545

A côté de Denver et de Chicago, nous pourrions citer San Francisco, San Pueblo, Bismarck et bien d'autres villes sans cesse croissantes, mais nous ne pouvons insister sur ce sujet sous peine de dépasser les limites que nous nous sommes tracées.

Lorsque l'on traverse le continent de l'Est à l'Ouest, trois fois on est obligé de régler sa montre si l'on veut toujours avoir l'heure de la zone où l'on se trouve. Il est, en effet, impossible d'avoir une heure officielle unique; les vastes dimensions du pays s'y opposent. La contrée a été divisée en quatre régions, l'une bordant le littoral de l'Atlantique, une autre côtoyant le Pacifique, une troisième englobant les Montagnes Rocheuses et la quatrième s'allongeant à travers les prairies. Ces régions s'étendent dans le sens des méridiens; les deux centrales sont larges de 15°, tandis que les deux zones littorales comprennent le reste du territoire, l'une à l'Est, l'autre à l'Ouest. Le découpage est tel qu'au passage d'une division dans la suivante on doit faire varier sa montre de 60 minutes exactement. Ces heures ont reçu différents noms, qui sont : *Eastern time*, *central time*, *mountain time* et *Pacific time*.

Les Américains, beaucoup plus que nous, se sont préoccupés de la question des incendies, et il est curieux de voir combien leur esprit est frappé par la possibilité d'un désastre. Il y a là une grande différence entre leur caractère et le nôtre. Lorsqu'un Français cherche une maison pour s'y installer, il ne s'inquiète guère de savoir si le bâtiment a plusieurs issues, de manière, en cas de danger, à pouvoir utiliser l'une si les autres deviennent impraticables. Peu de personnes, dans notre pays, possèdent les engins nécessaires pour improviser un sauvetage, et l'on se borne généralement à assurer son mobilier, comme si l'on était persuadé que la vie humaine ne court aucun danger.

De l'autre côté de l'Atlantique, il n'en est pas de même. Chacun a encore en mémoire le souvenir de sinistres épouvantables et semble redouter une nouvelle catastrophe. Aussi les précautions sont-elles prises contre le feu : dans presque toutes les maisons un peu importantes, les dégagements sont bien entendus, et on peut être sûr de trouver sous la main les éléments nécessaires pour combattre un incendie à ses débuts, ou des appareils de sauvetage si leur emploi devient nécessaire.

Le service des pompiers est fort bien organisé. En réalité, nous ne pensons pas que, sous ce rapport, Paris ait beaucoup à envier à l'Amérique, ni que leurs hommes soient meilleurs que les nôtres. Peut-être la répartition de leurs postes est-elle mieux conçue, peut-être leur surveillance est-elle plus active, mais notre personnel et notre matériel valent les leurs.

A San Francisco, les signaux du feu sont admirablement installés, et des sonneries de différents timbres annoncent très exactement à la ville l'endroit où l'incendie s'est déclaré.

Venons en maintenant aux *fire-patrols*.

Les Compagnies d'assurances, très largement développées dans le Nouveau Monde, n'ont pas tardé à s'apercevoir, lors des paiements à faire aux sinistrés, que, si elles avaient à solder les dégâts de l'incendie, la détérioration par l'eau entraînait pour une bonne part dans le total à régler. Avec leur esprit pratique, les Américains pensèrent que si, tout en éteignant le feu, on pouvait restreindre les pertes, il y aurait un bénéfice à réaliser. De là, la création des *fire-patrols*, dont les brigades sont la contre-partie de celles des *firemen* (pompiers).

Les *firemen*, aussitôt qu'un incendie est signalé, arrivent aussi vite que possible, mettent leurs pompes en batterie, et noient tout sous des torrents d'eau, ne s'occupant que de l'extinction. Les *fire-patrols* ont un tout autre rôle. Répartis en postes, comme les pompiers, à la première alarme, les hommes se précipitent dans un chariot devant lequel deux chevaux toujours harnachés viennent se placer d'eux-mêmes. L'attelage se fait rapidement, les portes s'ouvrent automatiquement et, en moins d'une minute, la voiture est dans la rue, courant au grand galop vers le lieu du désastre, tandis que chacun se range à son passage.

Les hommes trouvent dans la voiture des vêtements spéciaux incombustibles ou imperméables, des scaphandres rudimentaires, etc.; ils s'habillent à la hâte pendant la durée du trajet. Dans la maison en feu, ils jouent le rôle de sauveteurs et de protecteurs, cherchant à soustraire aux flammes le plus grand nombre possible d'objets en étendant des bâches en divers endroits pour éviter que l'eau n'augmente les dégâts.

Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'utilité d'une pareille institution, dont l'actif concours diminue les pertes dans une large proportion. Les Compagnies d'assurances sont enchantées de ce fonctionnement, qui leur a permis de restreindre leurs dépenses sans léser les intérêts des assurés. Aussi, dans presque toutes les grandes villes des États-Unis, on est certain de rencontrer à côté des brigades de pompiers, leurs rivaux les *fire-patrols*.

La grande liberté qui règne sur certains points des États-Unis n'est pas générale, et il est curieux de voir combien le passage d'un État à un autre suffit pour modifier bien des choses. Nous signalerons un point intéressant que nous avons été à même d'étudier pendant notre séjour dans ce pays : l'intérêt légal de l'argent. Si dans le Maine, la Californie, le Colorado, le Connecticut, etc., l'intérêt est arbitraire, il y a presque partout une loi contre l'usure. Mais, quand y a-t-il usure? Quand l'intérêt dépasse 6 %, disent certaines lois (Pennsylvanie); quand il dépasse 12 % (Orégon) disent certaines autres. Dans le Dakota, on peut même signaler une bizarrerie: dans cinq comtés, l'intérêt est quelconque, tandis que dans les autres 12 % est le maximum.

Les peines prononcées contre les usuriers sont fort variables. Les plus douces comportent la réduction de la convention au taux légal (Pennsylvanie, Vermont, Virginie...). Dans le New Jersey, le coupable paie, en outre, les frais de poursuite. Dans le Delaware, le prêteur convaincu d'usure n'a plus rien à réclamer à son créancier, etc., etc. Citons enfin la loi de l'État de New-York, qui, aux conditions du Delaware, ajoute une amende de mille dollars et un emprisonnement qui peut atteindre six mois.

Il y a de plus un intérêt légal (souvent différent de l'intérêt limite au delà duquel il y a usure), qui est toujours appliqué en cas de contestation, s'il n'y a pas eu fixation préalable par contrat.

En terminant cette étude, nous croyons devoir répéter ce que nous avons déjà dit, que nous n'avons jamais eu la prétention de nous livrer à une appréciation d'ensemble sur les États-Unis. Nous nous sommes borné à mettre en lumière quelques points intéressants ou mal connus, en nous efforçant de nous dégager des idées fausses qui ont cours chez nous au sujet des Anglo-américains, auxquels certains types excentriques de parvenus ont fait, dans notre esprit, un tort considérable.

Il faut bien se pénétrer de ceci, que le peuple américain, composé d'éléments vigoureux et entreprenants, est aujourd'hui au même niveau intellectuel que le Vieux Monde, et qu'il a cet avantage de ne pas être gêné par l'héritage du passé. Aussi croyons-nous que la puissance de l'Union ne fera qu'augmenter, si aucune secousse ne vient ébranler l'édifice, et les travaux naguère effectués répondent de la prospérité de l'avenir.

G. MOREAU,
Ingénieur des Mines,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

REVUE DES ORGANES TECHNIQUES AMÉRICAINS

Nouveaux appareils pour la combustion du pétrole brut. — L'Aerated Fuel Company a combiné un appareil et un ensemble de dispositions pour assurer une combustion convenable du pétrole brut fourni en si grande abondance par les bassins de l'Ohio et de la Pennsylvanie.

Ce système, décrit par l'*Engineering News*, repose sur l'emploi de l'air comprimé pour pulvériser et projeter le pétrole en pluie dans le foyer, tout en le brûlant avec le minimum d'air possible.

L'huile minérale est placée dans un réservoir situé en contre-bas des brûleurs, dans lesquels elle est amenée au moyen de tuyaux sous une pression d'air. Cette disposition a pour but d'empêcher le pétrole de s'écouler dans les brûleurs quand il n'en est pas besoin. L'air, comprimé par une pompe, est dirigé à la fois dans les brûleurs et dans le réservoir.

Les brûleurs se composent d'une sorte d'injecteur dans lequel arrivent, perpendiculairement à son axe, en haut l'air comburant, en bas le combustible liquide. Ce dernier est introduit à l'intérieur de la buse par un petit tuyau qui s'arrête à quelques millimètres de l'ouverture minuscule du brûleur. Deux robinets, reliés par une bielle et commandés par la même manette, peuvent intercepter l'écoulement. On règle la distance à laquelle le tuyau d'arrivée du pétrole se trouve de l'extrémité de la buse, à l'aide d'un volant à main commandant une vis. Quand le pétrole est en excès, la flamme a un aspect fuligineux; elle devient, au contraire, mince et effilée quand l'air arrive en trop grande abondance.

L'air est comprimé à une pression de 0^{kil} 800 à 1^{kil} 700, suivant les cas, par une pompe à action horizontale directe; les réservoirs peuvent être placés à une grande distance des foyers qu'elle alimente, ce qui évite le danger d'explosion.

Les brûleurs, au nombre de deux par foyer, sont placés sur le côté des portes, de telle sorte que si, pour une raison ou pour une autre, on veut reprendre pour quelques jours le chauffage au charbon, il

n'est pas besoin de se livrer à aucun démontage ni transformation : les grilles restent en place.

Des essais comparatifs ont démontré une économie réelle résultant de l'emploi de l'huile minérale, si bon marché dans certaines régions de l'Amérique du Nord, surtout si l'on tient compte de la moindre manutention par comparaison avec le charbon.

Cet appareil a fait surtout preuve d'avantages sérieux pour les feux de forge, où l'on a besoin, à intervalles souvent éloignés, d'une chaleur intense, que l'on doit du reste pouvoir varier à volonté.

Des essais effectués sur des chaudières de 100 chevaux fonctionnant à 4^{kil} 700 ont donné une vaporisation de 17^{kil} 300 par kilogramme de pétrole. L'huile employée coûtait un peu moins de 0^{fr} 10 le litre.

Nouveau système d'engrenages coniques. — Le *Practical Engineer* publie les dessins d'un système d'engrenage conique qui, s'il n'est pas nouveau, est du moins peu connu. Les dents de l'une des deux roues sont, comme à l'ordinaire, en fonte et taillées ; celles de l'autre roue sont constituées par des portions de cône, dont les axes et les génératrices se rencontrent au point d'intersection des axes appartenant aux deux arbres conjugués, et qui sont enchâssées, à chaque bout, dans une collerette tracée à la circonférence du pignon. Cette disposition présente l'avantage que la denture de la roue, qui est du système ordinaire, peut être très facilement et très exactement taillée avec une fraise conique ayant le même profil que les dents tronconiques de l'autre roue.

La vitesse des trains en Amérique. — Le *Railroad Engineering Journal* rend compte de la vitesse considérable obtenue par un train spécial sur le *Southern Pacific Railroad*, qui a parcouru 350 kilomètres en 220 minutes, soit avec une vitesse continue de 96 kilomètres à l'heure, soutenue pendant deux heures quarante minutes. La plus grande vitesse qui ait été constatée pendant ce remarquable parcours est de un mille en 45 secondes, ce qui correspond à une vitesse de 130 kilomètres à l'heure. Encore le journal américain ajoute-t-il que ces vitesses auraient pu être dépassées si la voie eût été en bon état.

Ce train était remorqué par une locomotive à bogie du type américain ordinaire, à quatre roues couplées d'un diamètre de 1^m 75 seulement.

Le même journal publie un dessin des locomotives construites récemment pour le chemin de fer aérien de New-York. Ce sont des locomotives-tenders à quatre roues couplées avec un bogie à l'arrière supportant les caisses et la soute à combustible. Comme dans toutes les machines américaines, les cylindres sont extérieurs et surmontés des boîtes à tiroirs. Le foyer est du système Belpaire. Détail à noter, l'abri qui recouvre la plate-forme de cette locomotive, pourtant de petites dimensions, ne comporte pas, sur ses quatre faces, moins de quinze fenêtres à coulisses et de deux portes.

Le réseau des chemins de fer aux États-Unis. — Le réseau des chemins de fer appartenant aux États-Unis s'est accru, l'année dernière, de 8 000 kilomètres, ce qui est un chiffre inférieur à la moyenne des quatre dernières années ; en 1887, on avait construit 20 320 kilomètres.

La plus grande partie des lignes construites en 1889 se compose de raccordements de faible longueur ayant pour but de compléter certains réseaux, et ne comporte pour ainsi dire pas de grandes lignes.

L'année 1890 paraît devoir être plus active encore : beaucoup de Compagnies ayant fait, l'année dernière, de bonnes recettes, se préparent à mettre à exécution des travaux différés depuis quelque temps.

Nouvelle locomotive Compound. — Le *Railway Engineer* donne, dans un de ses derniers numéros, la description et un croquis du nouveau type de locomotive Compound construit par les ateliers Baldwin. Les cylindres, au nombre de quatre, sont extérieurs. De chaque côté se trouve un grand cylindre surmonté d'un cylindre admetteur ; les deux tiges de ces cylindres actionnent la même crosse. Pour chaque paire de cylindres, la distribution est effectuée par un seul tiroir cylindrique, d'une disposition très ingénieuse. On peut admettre directement la vapeur dans les cylindres de détente, pour le démarrage.

La première machine de ce type est en essais.

FORIS.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LA CORDERIE ET LA CABLERIE A L'EXPOSITION DE 1889

Si l'on compare, au moyen de souvenirs et de documents, les cordages en textiles qui ont été envoyés aux Expositions de 1878 et de 1889, on trouve qu'il est possible d'appliquer à ceux de 1889 la comparaison si heureuse de M. Thurston, que nous a fait connaître M. Hirsch dans sa conférence sur la mécanique générale⁽¹⁾ : « La plaine est couverte d'un vaste taillis presque uniforme ; sauf une seule

exception, rien n'y force l'attention ; mais pour être insensible à l'œil, la croissance a été cependant continue et vigoureuse. »

Il ne pouvait en être autrement : les exigences de l'industrie augmentent toujours, les charges à élever deviennent plus pesantes, et les fabricants sérieux ne cessent de chercher des perfectionnements.

Quant aux câbles métalliques, il y a aussi une amélioration soutenue dans la fabrication, car il semble difficile d'arriver à un câblage plus régulier, mais on constate, en outre, des résultats tout à fait nouveaux et qui permettent d'étendre beaucoup leur utilisation.

Avant d'entrer en matière, rappelons les principaux termes employés dans la *corderie* :

Le fil élémentaire est le *fil de caret* formé de fibres textiles tordues de gauche à droite. Plusieurs fils tordus et assemblés en sens contraire à leur torsion, c'est-à-dire de droite à gauche, sont dits *commis* entre eux ou réunis par un *commettage* : ils forment un *toron*. L'assemblage par torsion de gauche à droite ou commettage de plusieurs torons donne une *aussière* ; si elle doit être commise de nouveau, elle prend le nom de *cordon*, et le câblage de plusieurs cordons forme un *grelin*, chaque nouvel assemblage se faisant en sens inverse du précédent.

Les mêmes termes s'appliquent aux câbles métalliques.

Cordages en textiles. — *Exposants français.* — La région qui produit en France le chanvre de corderie est le bassin de la Loire, car celui de la Somme est plus fin et réservé à d'autres usages. La corderie Bessonneau, d'Angers, se trouve tout à fait à portée de la matière première. Son exposition contenait des cordages d'une fabrication irréprochable, entre autres des aussières de grosse dimension, ayant jusqu'à 120 millimètres de diamètre en chanvre blanc ; un câble plat en manille à section décroissante pour mine, ayant 670 mètres de longueur, 0^m 26 à 0^m 15 de largeur, 0^m 052 à 0^m 032 d'épaisseur, et pesant 7 700 kilogr. ; un câble plat en fil de fer ayant 0^m 15 à 0^m 12 de largeur, 0^m 019 à 0^m 016 d'épaisseur, 520 mètres de longueur, et pesant 5 800 kilogr. Il y avait aussi des cordes coniques pour freins Lemoine destinés à la Compagnie des omnibus ; des cordages goudronnés pour bateaux, entre autres des aussières destinées à la Compagnie de navigation Havre-Paris-Lyon, qui sont à torsion renversée, c'est-à-dire que les torons sont formés de torons élémentaires dont les fils sont assemblés dans le sens même de leur torsion, soit de gauche à droite, lesquels torons sont ensuite commis à l'ordinaire de droite à gauche ; enfin une aussière flexible en fil d'acier galvanisé pour paquebot transatlantique.

C'est cette maison qui a été choisie par la Compagnie de Fives-Lille pour la fourniture des cordages nécessaires aux diverses manœuvres du montage des grandes fermes de la Galerie des Machines ; le câble essayé, de 70 millimètres de diamètre, s'est rompu sous une charge égale à 11 890 fois son propre poids par mètre de longueur. Elle a également fourni les câbles des deux ballons captifs du Trocadéro et de l'avenue de Grenelle, qui n'avaient pas plus de 33 millimètres de diamètre, et qui se sont rompus aux essais sous 13 000 fois leur propre poids. Ces résistances sont exceptionnelles et ce sont des maxima répondant à la fabrication la plus soignée ; les produits courants ne doivent résister qu'à 10 000 fois leur poids pour des diamètres inférieurs à 50 millimètres.

La maison *Saint frères* exposait de beaux produits, entre autres des cordages ronds et des câbles plats en manille : l'un de ces derniers a 540 mètres de longueur, et ses dimensions transversales sont 0^m 250 × 0^m 050 ; l'autre a 0^m 248 × 0^m 048, avec une longueur de 500 mètres. D'après les renseignements qui nous ont été fournis, les aussières écruës en manille donnent une résistance égale à 8 000 fois leur poids. Les câbles plats d'extraction sont en général goudronnés ; ils subissent une première perte par ce goudronnage, et une seconde par l'assemblage au moyen de la couture, de sorte qu'ils ne résistent plus qu'à 7 000 fois leur poids au maximum. Certains de ces derniers câbles ne sont pas goudronnés ; ils sont alors enduits d'une quantité de suif égale à 5 % de leur poids.

Les transmissions par câbles en textiles ont commencé à être employées vers 1878 ; leur usage s'étend de plus en plus pour deux axes parallèles peu distants l'un de l'autre : elles auraient l'avantage sur les courroies d'éviter les glissements, et sur les roues d'engrenage de supprimer le bruit et le mouvement souvent saccadé. Elles peuvent transmettre 1 000 chevaux-vapeur ; les Américains vont même jusqu'à 2 000.

M. A. Stein, en outre des câbles métalliques, fait aussi des câbles de transmission, non seulement en chanvre, mais encore en coton, à cause de sa grande souplesse : c'est une première innovation, car jusqu'ici les cordes en coton ne s'employaient que pour de petits diamètres. Il a de plus introduit dans la fabrication de ces mêmes câbles de transmission une modification qui consiste à faire les torons en couches successivement superposées, ce qui permet d'obtenir une tension égale des fils de caret entrant dans la composition du cordage, et un assemblage régulier de ces fils. La section de ces cordages permet de voir que les fils se trouvent régulièrement placés les uns sur les autres, ne se gênant pas et ne se fatiguant pas entre eux.

L'établissement d'aérostation militaire de Chalais, à Meudon, a besoin plus que tout autre d'excellentes cordes, car de leur résistance et de leur souplesse peut dépendre le salut des aéronautes. Dans sa très intéressante exposition, des vitrines contenaient des échantillons des matières premières employées et des produits fabriqués. La détermination de la charge de rupture des divers cordages est trop importante pour être négligée dans un tel établissement ; aussi avait-on exposé la machine d'épreuve, dont la disposition est due au directeur, M. le commandant Renard. Parmi les échantillons réunis, s'en trouvait un provenant du câble du ballon Giffard, qui mérite assurément d'être conservé ; il nous a paru avoir 80 millimètres de diamètre.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 25, p. 649.

Parmi les autres exposants français, nous citerons encore MM. Benet et Duboul, Hulimet, Guérin et Vallée, Albert, Bodin, Chaffaroux, etc.

Sections étrangères. — On remarquait, dans la section belge, cinq échantillons de cordages en aloès (qu'il serait préférable d'appeler manille, du lieu d'extraction habituel de cette matière), exposés par M. Vertongen-Goëns, savoir :

Désignation des cordages.	Dimensions transversales.	Résistance	
		totale indiquée.	par cent. (calculée.)
Câble plat à 8 aussières . . .	0.390 × 0.064	194	777
— 6 — . . .	0.260 × 0.061	114	720
— 8 — . . .	0.160 × 0.025	32.7	817
Corde de cabestan goudronnée.	Diamètre 0.050	15.7	800
Câble de transmission . . .	— 0.060	22.6	800

Mais un tableau était surtout à signaler; il contenait plus de 100 épreuves effectuées sur des cordes en chanvre fort des Flandres, fournies aux chemins de fer de l'Etat belge, et qui ont été faites par le bureau d'essai de leur administration, qui se trouve à Malines. On y constate des résistances très satisfaisantes et qui sont de 50 à 60 % plus fortes que celles requises dans le cahier des charges :

	Kilogr.
Ainsi, pour un diamètre de 15 mm, la résistance moyenne par cm ² est de	1 250
— 20 —	1 150
— 40 —	1 060

Dans la section espagnole figuraient de belles cordes dont les fils étaient très fins. Voici quelques indications à ce sujet :

					Poids de la corde	
	Circonférence indiquée,	Diamètre calculé,	Nombre de fils indiqués,	Longueur totale indiquée,	Poids total indiqué,	par mètre courant calculé,
	—	—	—	—	—	—
Abaca sisal.	0 ^m 08	0 ^m 0255	310	1.200 ^m	483 ^k	0 ^k 402
Chanvre goudronné.	0 12	0 038	320	200	290	1 45

Les fils de l'abaca sisal pèsent, en tenant compte du commettage, environ 4 kilogr. le kilomètre, et ceux du chanvre goudronné 3^k 30 environ, soit moins de 3 kilogr. pour le chanvre blanc. Ces poids sont très faibles, même en tenant compte du faible poids spécifique de l'abaca sisal, car les fils de caret de l'industrie en chanvre blanc ne pèsent guère moins de 4 kilogr., et ceux de la marine de l'Etat, de 5 kilogr. à 5^k 50 le kilomètre. Il serait très intéressant de savoir quelle est la résistance de ces cordes et ce qu'on a pu gagner avec de tels fils.

Dans la section américaine, on trouvait des cordages en manille et en sisal d'une bonne fabrication et présentant le caractère de puissance qu'on trouve en général dans les produits de l'industrie des Etats-Unis.

Câbles métalliques. — *Exposants français.* — Avant de parler des câbles en fil de fer ou d'acier, nous dirons quelques mots des *Acieries de Firminy*, qui fabriquent ces fils d'une manière remarquable. Elles ont installé une tréfilerie en 1880, en utilisant les meilleurs procédés d'Allemagne et d'Angleterre, et elles se sont adonnées à la fabrication des fils à câbles en acier de résistance qu'elles ont répartis en cinq catégories, dont les charges de rupture sont échelonnées depuis 60 jusqu'à 180 kilogr. par millimètre carré. De même, elles sont arrivées à produire des cordes de piano qui atteignent ou dépassent la résistance et la souplesse des meilleures marques étrangères : ces cordes supportent de 220 à 250 kilogr. par millimètre carré et peuvent arriver à 300 kilogr.

L'exposition de Firminy montrait un fil de 2,7 millimètres de diamètre supportant un obus de 780 kilogr., ce qui correspond à une charge permanente de 136 kilogr. par millimètre carré.

Les forges de Châtillon-Commentry, qui possèdent à la fois des tréfileries et une câblerie, avaient une exposition des plus complètes et des plus intéressantes. Elles ont déjà publié un mémoire très détaillé sur les câbles, dont le *Génie Civil* a rendu compte (1).

Voici comment on peut résumer, d'après la notice publiée par cette Société, les avantages des câbles métalliques. Pour une même résistance, il faut, pour le chanvre, un poids de 1,5 à 4,5 plus fort que celui du métal, un volume de 10 à 30 fois plus élevé, et une dépense de 2 à 6 fois plus considérable : avec des fils fins, on obtient une souplesse parfaite. Les câbles métalliques ne se détériorent pas spontanément ainsi que le font les cordages en chanvre dans la traversée des tropiques; comme élingues, ils peuvent servir à transporter des pièces chauffées ou susceptibles de détériorer les matières organiques.

Rappelons que les différents fils d'acier de ces forges ont une résistance qui varie de 65 à 225 kilogr., et que les fils sont toujours essayés avant la fabrication des câbles.

Parmi les câbles exposés, il y avait à remarquer celui de 2 401 de 5 millimètres de diamètre : les enroulements et spirales qu'on lui avait fait décrire montraient que sa souplesse était tout à fait inattendue, bien qu'il n'ait pas d'âme en chanvre. Il y avait aussi des câbles pour la marine, des câbles et fils d'acier de très grandes longueurs pour sondages sous-marins effectués à grande profondeur par la marine nationale et le prince de Monaco, etc.

M. A. Stein avait dans son exposition une grande variété de câbles,

et chacun avec la composition qui lui convient : les uns constitués d'un simple toron formant une surface lisse, d'autres à plusieurs torons avec âmes en chanvre, ou bien, au contraire, leurs torons protégés extérieurement par le chanvre (pour les plans inclinés). Il avait aussi un câble flexible, en fer au bois, composé de 1 029 fils de un demi-millimètre de diamètre, pesant environ 2^{kil} 10 le mètre et ayant un diamètre de 28 millimètres. D'après le constructeur, la résistance de ce câble égale celle d'un cordage en chanvre blanc de la meilleure qualité qui aurait 50 millimètres de diamètre. « Il s'enroulera, ajoute-t-il, sans aucune fatigue sur un tambour plus petit que celui nécessaire pour le cordage de 50 millimètres; son poids par mètre courant ne sera pas plus élevé que celui de ce dernier; son prix par kilogr. sera inférieur de 25 à 30 %, et sa durée sensiblement supérieure à celle d'un cordage en textile. On peut voir ainsi que la substitution du câble métallique au câble en chanvre ou en aloès, pourra se faire en toute sécurité; jusqu'ici, en effet, l'usure prématurée de ces câbles métalliques provenait en grande partie de la fatigue à l'enroulement des fils de trop gros diamètre employés pour la composition des câbles. »

Mentionnons enfin un échantillon d'un des câbles du grand ascenseur Edoux de la tour Eiffel, fournis par M. Stein : il a 220 millimètres de large, une épaisseur de 30 à 35 millimètres; il contient 2 432 fils n° 5, et sa résistance à la rupture est de 130 tonnes, ce qui correspond à 68 kilogr. par millimètre carré de section métallique. Il pèse 20 kilogr. le mètre courant.

MM. Teste fils, Pichat, Moret et C^{ie} font des cordes de piano arrivant jusqu'à 300 kilogr. de résistance par millimètre carré. Ils fabriquent également des câbles dits excelsior, qui sont formés de fils d'une section spéciale pouvant s'emboîter les uns dans les autres, de manière à former des espèces de tubes concentriques à surface lisse : il y a parfois trois ou quatre de ces tubes qui se succèdent les uns aux autres, chacun étant commis en sens inverse du précédent; dans le vide laissé par le dernier, se trouve soit du chanvre goudronné, soit un toron en fil d'acier.

La Commission chargée de l'exploitation des ardoisières d'Angers, exécute pour les paquebots et navires de l'Etat des câbles en fil d'acier galvanisé, dénommés aussières flexibles, très flexibles, extra-flexibles. On a commencé à employer ces aussières vers 1878; elles sont actuellement d'un usage constant et constituent un progrès très réel. Lorsqu'on considère les avantages obtenus avec ces aussières comme durée, flexibilité, poids, mobilité, sécurité et prix, et qu'on compare leurs poids, pour une même résistance, avec ceux des cordages en chanvre goudronné et des chaînes-câbles, on se demande ce que font pour se défendre les cordages et chaînes-câbles supplantés, et s'ils imitent la lutte qui existe entre le gaz et l'électricité. Nous avons vu que le chanvre a amélioré sa fabrication, mais sans arriver à un coup d'éclat qui, à notre avis, n'a rien d'impossible. Quant aux chaînes-câbles, l'Exposition nous en montrait qui sont faites en acier sans soudure par le système Oury (1), supportant 63 kilogr. par millimètre carré quand elles sont en acier chromé doux, et 80 kilogr. avec l'acier chromé dur. La lutte est donc engagée : la victoire restera certainement au fil d'acier, mais les chaînes-câbles qui ont certains avantages spéciaux, y gagneront de n'être pas complètement délaissées.

La Commission des ardoisières appelle l'attention sur les études qu'elle a faites pour obtenir la stabilité des câbles plats pendant toute la durée de leur service, c'est-à-dire sur les effets de raccourcissements irréguliers causés par une couture peu soignée des diverses aussières entre elles. On ne peut les neutraliser, d'après elle, qu'en opérant leur couture sous une tension mesurée et constante, ou continue et variable à volonté, représentant pour le câble entier, au moins le maximum de la charge qu'il sera appelé à supporter dans son service, et pour chaque aussière isolément une charge correspondante.

Cette Commission exposait comme spécimen de câbles décroissants : 1° un câble plat de 450 mètres ayant pour dimensions au gros bout 0,120 × 0,021, au petit bout 0,098 × 0,018; 2° des modèles de câbles ronds et coniques dont un grelin ayant pour diamètres extrêmes 0,048 et 0,040, et une aussière de 0,024 et 0,018; ces derniers obtenus soit en diminuant progressivement le nombre des fils à chaque mise, soit en diminuant à chaque mise le diamètre des fils qui sont alors réunis par des soudures. On remarquait aussi une aussière à torsion renversée, et une autre dont un toron est à torsion ordinaire et l'autre renversée.

Nous mentionnerons, en terminant ce qui concerne la France, l'exposition de M. Arnodin, relative à l'application des câbles métalliques aux ponts suspendus. Ces câbles sont de deux sortes : ou bien commis en aussières et dits alors américains, ou bien ceux du système de M. Arnodin lui-même, c'est-à-dire formés à la manière des câbles excelsior, avec un fil métallique pour âme, entouré d'une première couche de fils, puis d'une seconde commise en sens inverse, et ainsi de suite. L'une et l'autre disposition constituent un grand perfectionnement comparativement aux câbles anciens à fils parallèles, où l'égalité de tension de chacun des fils était si rarement obtenue. Des dessins ou des photographies montraient l'application des nouveaux câbles aux ponts suivants : Lamothe et Saint-Ilpize (Allier), la Caille et l'Abîme (Haute-Savoie), la Voulte et Eviey (Rhône), du Midi sur la Saône (Lyons), Saint-Claude (Jura) et de Jouney (Charente).

M. Arnodin exposait également une poutrelle armée pour pont suspendu d'un système avec câble sous-tendeur, d'un poids très faible eu égard à la résistance qu'elle doit présenter.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome X, n° 45, p. 238.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome IV, n° 46, p. 260.

Sections étrangères. — Dans la section belge, M. Vertongen-Goëns exposait les échantillons décrits dans le tableau suivant :

Dénomination	Genre	Diamètre	Résistance	Observations
		mètres	T.	
Câble en acier id.	aussière grefin	0.062 0.055	164 81	Système Cockerill, c'est-à-dire dont les torons sont formés d'une seule couche de fils, avec âme en chanvre afin de les rendre souples.
Câble-guide en acier doux .	toron	0.032	35.4	Câble en gros fil.
Câble porteur Batchelor .	id.	0.030	41	Câble à surface lisse, espèce de câble à torsion différent.
Câble Lang .	aussière	0.0225	25	Câble à torsion renversée qui aurait l'avantage de s'user beaucoup moins.
Câble aérien de traction .	id.	1.015	40	
Câble extra-flexible .	grefin	0.034	42	Fil d'acier fondu galvanisé.
Câbles plats d'extraction .	4 aussières	0.085	53	Ce système Martinek consiste à exécuter des câbles en faisant les torons avec une seule rangée de nombreux fils, qui entourent une âme en chanvre, dont le diamètre, devenu assez considérable, forme la plus grande partie de la grosseur qu'on veut obtenir, en vue d'un enroulement prescrit sur les bobines.
système Martinek .	6 —	0.104	72.5	
	8 —	0.136	97	

On remarquera le soin avec lequel la résistance est indiquée, et la grande diversité des dispositions exposées.

Dans la section des États-Unis figuraient 18 échantillons de câbles métalliques d'une belle fabrication, envoyés par la maison *John A. Roebling*, dont le nom est bien connu depuis la construction du célèbre pont suspendu de Brooklyn : c'étaient en général des aussières avec âme en chanvre, qui renseignaient sur les câbles adoptés pour la traction des tramways en Amérique.

Nous signalerons enfin les câbles métalliques qu'exposait la Société de l'*Usine métallurgique de Moscou*.

Machines à essayer les cordages. — Nous nous bornerons à énumérer les machines qui étaient exposées par des constructeurs français.

Nous avons parlé de celle du commandant *Renard*. M. *Delaloe* exposait celle décrite précédemment dans le *Génie Civil* (1), et qui donne les diagrammes si intéressants des allongements correspondant aux diverses charges.

M. *Trayvou* avait envoyé trois machines : une horizontale de 50 tonnes, une verticale de 25 tonnes, et une troisième de 5 tonnes présentant une disposition toute nouvelle, qui consiste en un indicateur des charges, automatique et à cadran, comme celui des appareils de pesage.

Conclusions. — Si nous résumons ce que nous avons constaté dans cette revue sommaire de la corderie et de la câblerie, nous voyons que les efforts des fabricants pour améliorer les cordages en textiles n'ont pas été faits en vain ; une sanction existe dans les essais à la rupture qui se pratiquent couramment, et qui tendent à donner des chiffres plus élevés que précédemment. En outre, les charges de rupture sont indiquées d'une manière beaucoup plus exacte, par l'habitude qu'on prend de les rapporter au poids de la corde par mètre courant, lequel s'obtient d'une manière aussi précise qu'on le veut, au lieu de le faire relativement à la section circulaire tant vide que plein, dont la détermination laisse toujours beaucoup à désirer.

Les transmissions par cordes provoquent des tentatives à noter. Afin de gagner de la souplesse, on a recours au coton. Les câbles à couches concentriques pour ces mêmes transmissions, constituent une solution nouvelle fort intéressante.

La fabrication des fils de fer et d'acier qui forment les câbles métalliques, a fait de très grands progrès. Plusieurs maisons françaises fournissent des fils d'acier à grande résistance pouvant former des câbles dont la résistance s'élève jusqu'à 150 kilogrammes par millimètre carré de section métallique. La fabrication de ces mêmes câbles ne laisse plus rien à désirer comme régularité ; bien plus, leurs dimensions et leur souplesse sont déterminées, sans aucune entrave, d'après les demandes des consommateurs, et cela aussi bien pour la navigation que pour les applications industrielles les plus variées. Tous ces résultats ont été acquis depuis 1878, et la démonstration éclatante en a été faite à l'Exposition de 1889.

L. DE LONGRAIRE,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CORRESPONDANCE

RESPONSABILITÉ DES ACCIDENTS

dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

Dieppe, le 19 février 1890.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

Une nouvelle loi concernant les accidents dont les ouvriers peuvent être victimes dans leur travail, a été votée par la Chambre des Dé-

putés à la dernière législature. Elle vient de l'être également par le Sénat, en première lecture, avec d'assez importantes modifications. Les articles 1 et 2 qui constituent, en réalité, l'innovation principale de cette loi, ont été adoptés à une forte majorité, et le Sénat, dans sa séance du 13 février dernier, a décidé de passer à une deuxième délibération.

Le principe de la responsabilité du chef de l'entreprise, toutes les fois que l'accident ne peut être imputé à une faute intentionnelle ou à une faute lourde de la victime, a triomphé. Désormais, l'ouvrier employé dans une exploitation industrielle où il est fait usage d'un outillage à moteur mécanique, et qui aura été blessé pendant son travail, aura droit pour lui ou ses ayants cause, à une indemnité dont l'importance varie suivant la quotité du salaire et le degré de gravité de l'accident.

Ainsi la loi ne décharge le chef de l'entreprise que dans deux hypothèses : ce sont celles où il est bien établi qu'il y a eu de la part de l'auteur de l'accident, une intention malveillante ou une faute lourde, et encore est-ce au patron à en faire la preuve. Ces nouvelles dispositions marquent une réaction accusée à l'égard de ce qui existe, et qui, sans doute, ne sauvegarde pas suffisamment l'ouvrier.

Pour obtenir une réparation pécuniaire, il doit en effet prouver que l'accident dont il a été victime est imputable à la négligence du patron. Outre que cette preuve est souvent difficile à faire, il en résulte ordinairement des procès, où l'ouvrier a bien des chances de succomber, attendu que les ressources pécuniaires et le temps lui manquent le plus souvent pour soutenir, avec toute la persistance voulue, ses prétentions, parfois justifiées. Aussi, y a-t-il lieu de se féliciter que cette situation puisse être modifiée au grand avantage d'une classe laborieuse, qui mérite à tant de points de vue la sollicitude de tous les partis.

Mais ne peut-on pas se demander, d'autre part, si, en voulant améliorer le sort des ouvriers, l'intérêt des patrons ne sera pas un peu trop sacrifié ? Il ne manque pas de cas où la maladresse, l'imprudence ou toute autre cause, non intentionnelle, sont la source d'accidents dont il paraît injuste de rendre le chef d'usine responsable, surtout lorsqu'il a pris toutes les précautions voulues pour parer à ces éventualités.

Certainement, l'extension de l'emploi des machines-outils dans les différentes industries, nécessitait une législation spéciale, et la *Théorie du risque professionnel*, qui est née de ce nouvel état de choses, me paraît parfaitement justifiée. Oui, les ouvriers qui sont victimes d'accidents tenant à la nature de l'outillage, au maniement des matières mises en œuvre, ou aux produits mêmes de la fabrication, doivent être largement indemnisés et sans aucune discussion. Il appartient au chef d'usine de garantir son personnel contre tous les risques que peut lui faire courir le milieu dans lequel il est forcément placé. Il doit même, jusqu'à un certain point, prévoir la légèreté de l'ouvrier, qui, à la longue, s'habitue à jouer avec le danger, et le mettre en garde contre ses propres imprudences.

Mais, une fois toutes ces précautions prises, est-il juste de rendre le patron responsable, sans aucune distinction, de tous les accidents qui peuvent survenir pendant les heures de travail ? Il ne manque pas, en effet, de circonstances où le risque professionnel, qui est le fondement de cette loi, n'a rien à voir. L'ouvrier, par exemple, fait un faux pas dans un escalier et se blesse. Cet accident tient-il à l'outillage employé dans l'usine ? Non, évidemment. Un menuisier, par une maladresse, s'écrase le doigt en maniant son marteau ; un terrassier se contusionne le pied en manœuvrant sa pioche ; la couturière se coupe avec ses ciseaux, et tant d'autres cas qu'il est inutile de citer.

Ces dernières causes d'accidents, peu graves il est vrai, sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne le pense, et l'on voit qu'elles n'ont aucun rapport avec l'extension de l'emploi des machines-outils dans l'industrie. Aussi ne nous paraît-il pas équitable d'en rendre le chef d'usine responsable. Il ne faudrait pas croire, d'ailleurs, que la charge qui en résulte soit négligeable, attendu que ce sont ces menus accidents qui provoquent, avec les maladies, la majeure partie des chômages dans une usine. Aussi, étant donné l'esprit de la loi en discussion, il semble qu'elle manque de précision en disant : « *Tout accident survenu dans leur travail aux ouvriers leur donne droit à une indemnité à la charge du chef de l'entreprise.* » Il serait nécessaire, pour éviter des contestations qui ne manqueraient pas de surgir, de préciser plus nettement qu'il s'agit des accidents tenant à la nature même du travail confié à l'intéressé. Pour tous les autres cas, le soin de venir en aide à la victime incombe rationnellement aux Sociétés de secours mutuels, ainsi que cela se pratique déjà, du reste, pour les chômages dus à la maladie.

Le prix de la main-d'œuvre en France est déjà relativement très élevé, et imposer de nouveaux sacrifices au patron, c'est augmenter les frais de l'exploitation. Aussi, sans vouloir pousser les choses au noir, il faut reconnaître cependant que l'application de la loi telle qu'elle a été votée par le Sénat en première lecture, en créant des charges supplémentaires pour le chef d'entreprise, rendra encore plus difficile la lutte de notre industrie avec les produits étrangers. Espérons donc qu'avec le temps et la réflexion, l'erreur que nous signalons frappera l'esprit de nos législateurs, et qu'en tout cas, l'expérience permettra d'y porter remède.

Veillez agréer, etc.

FRÉDÉRIC BLOCH,
Ingénieur des Manufactures de l'Etat.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XII, n° 2, page 23.

INFORMATIONS

Perfectionnements de détail dans les locomotives.

On a pu remarquer, à l'Exposition de 1889, que, dans leurs nouvelles machines, les Compagnies de l'Ouest et du Nord avaient abandonné le régulateur Crampton à tringles et tuyaux extérieurs, à peu près seul usité pour les locomotives antérieures. A l'Ouest surtout, on paraît revenir, d'une manière complète, au régulateur du genre anglais, autrefois seul usité, à commande et tuyaux intérieurs. Le dispositif de Crampton, qui avait remplacé ce dernier, passait pour être d'une visite plus facile, mais possédait de nombreux inconvénients. Il était plus dur à manœuvrer, car on agissait sur les tringles par traction et non par rotation, d'où des frottements plus grands dans les presse-étoupes et les supports intermédiaires, plus nombreux, du reste, qu'avec le dispositif antérieur auquel on est revenu. Le trajet de la vapeur aux cylindres s'opérait au moyen de tuyaux très contournés dont les nombreux coudes créaient une perte de charge sensible et qui étaient soumis au refroidissement extérieur, malgré l'enveloppe conductrice dont ils étaient recouverts. Enfin, leur tringle de manœuvre, passant au-dessus de la génératrice supérieure de la chaudière, devait traverser les dômes et les colonnettes, ce qui compliquait leur construction.

On est revenu à l'ancien régulateur, perfectionné mais resté simple, qui fournit à la vapeur un passage très direct vers les cylindres, par des tuyaux placés dans la boîte à fumée et non plus soumis au refroidissement extérieur, qui est d'une manœuvre beaucoup plus douce, étant à rotation et non plus à traction, et qui ne surcharge plus l'extérieur de la machine de tringles et de tuyaux d'un aspect peu mécanique.

Perforatrice à diamant mue par l'électricité.

L'*Engineering of Mining Journal*, de New-York, donne la description d'une perforatrice à diamant recevant directement le mouvement

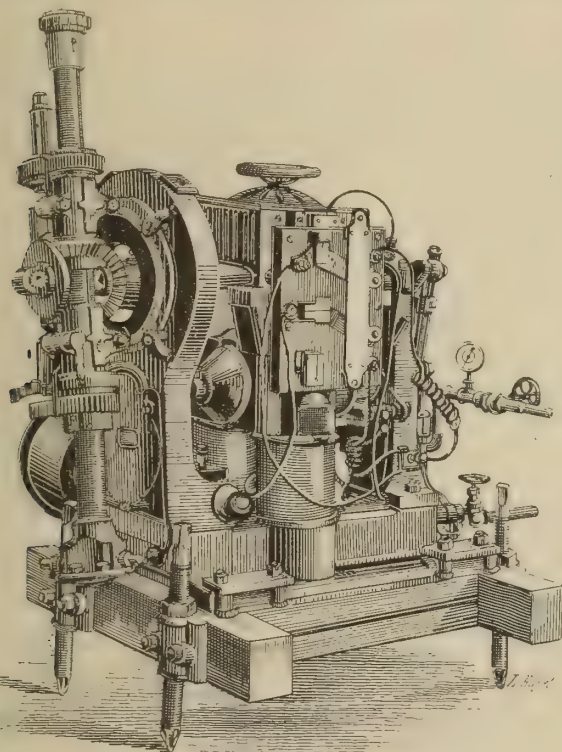


FIG. 4. — Perforatrice à diamant actionnée par une dynamo.

d'une dynamo électrique (fig. 4). Celle-ci est montée sur le bâti général de l'appareil et commande l'arbre porte-diamants fixé sur un bâti en équerre, dans le plan duquel il peut osciller. Une petite pompe, également actionnée par la dynamo, fait partie de l'ensemble.

Ce système constitue un sérieux avantage sur les perforatrices du même genre mues par la vapeur, dont l'échappement dans les galeries, lorsqu'il est prolongé, finit par détériorer les bois et gêner les ouvriers. Dans les mêmes conditions, l'air comprimé constitue un très bon agent de transmission, mais toutes les Compagnies minières ne possèdent pas une installation de compresseurs d'air, qui doit être complétée par un réseau de tuyaux. Il est plus simple, dans beaucoup de cas, d'employer l'électricité, mais la dynamo doit être à faible tension pour éviter autant que possible les accidents dans les galeries. Il suffit d'une force de 3 chevaux pour actionner les perforatrices à diamant ordinaires.

Augmentation du poids des rails dans les longs tunnels de la ligne du Saint-Gothard.

Le 17^e rapport du Conseil d'administration du chemin de fer du Saint-Gothard, indique que la durée des rails dans les tunnels longs

et mal ventilés de cette ligne atteint à peine un tiers de celle qu'ils ont à l'air libre. Le service de la voie s'est, en conséquence, décidé à remplacer les rails de 37 kilogr. et de 130 millimètres de hauteur, adoptés jusqu'ici, par des rails de 44 kilogr. et de 142 millimètres. Les calculs qui figurent dans le tableau ci-dessous donnent les économies qu'on attend de ce remplacement dans la pratique :

	130 millimètres.			142 millimètres.		
Hauteur totale du rail.	10			16		
Usure maximum admise.	—			—		
Usure annuelle probable en millimètres.	1	0,75	0,5	1	0,75	0,5
Durée totale des rails, années. .	10	13 1/3	20	16	21 1/3	32
Durée probable.	8	11	16 1/2	13	17 1/2	26 1/2
Coût du kilomètre de rails. Fr.	6.250			7.500		
Intérêt annuel et amortissement à 4 % Fr.	1.790	1.410	1.060	1.500	1.220	920
Économie annuelle.	»			290	190	140
— en %	»			19	16	15

Les blocs de glace de l'Atlantique.

L'*Engineer* donne les renseignements suivants sur les icebergs on blocs de glace que les paquebots à destination de New-York rencontrent dans l'Atlantique. Le steamer *Lahn*, arrivé à destination le 4 février, a trouvé par 43° de latitude et 50° de longitude nord un bloc de 60 mètres de hauteur et de 300 mètres de longueur. Le même jour, le *Germanic* reconnaissait par 44° de latitude et 49° de longitude une énorme île de glace. Le 5, la *City of Berlin* passait au sud d'une île analogue dans la même région, et d'un autre bloc de 60 mètres de haut et de 180 mètres de long. D'autre part, le 3 février, le *State of Nevada* en avait rencontré trois entre 45° de latitude, 47° de longitude, et 43° de latitude et 49° de longitude; de plus, il avait dû longer une île de glace pendant douze heures à la voile.

On estime que la profondeur sous l'eau des plus gros de ces blocs atteint 510 mètres. Ils n'offrent pas seulement de grands dangers pour la navigation : lorsqu'ils s'approchent des côtes, ou lorsqu'ils suivent une route où la mer n'atteint pas de grandes profondeurs, ils peuvent couper les câbles télégraphiques sous-marins.

Transmission de force par l'électricité, installée dans la mine de Comstock.

On vient, d'après l'*Engineer*, d'installer une transmission de force par l'électricité à la fameuse mine d'argent de Comstock et dans le tunnel Sutro, à Nevada (Etats-Unis). Voici quelques renseignements à ce sujet :

A l'usine de Nevada est établie une turbine Pelton de 3 mètres de diamètre, qui reçoit l'eau du mont Davidson sous une charge de 120 mètres, et produit 200 chevaux. L'eau, au sortir des aubes, est captée par deux conduites en fer forgé, et amenée par le puits vertical et le plan incliné de la mine de Chollar jusqu'au niveau du tunnel Sutro, où elle actionne six turbines Pelton. La charge est de 524 mètres. Ces turbines n'ont que 1 mètre de diamètre et pèsent 102 kilogr. chacune, mais il suffit d'une conduite de 15 millimètres de diamètre pour qu'elles donnent 125 chevaux. Sur leurs arbres, qui tournent à 900 tours par minute, sont couplées six dynamos Brush engendrant le courant qui fait mouvoir les pilons de l'usine souterraine. On obtient ainsi une économie d'eau considérable, ce qui ne manque pas d'importance, puisqu'il faut ensuite l'épuiser : cette économie atteint le rapport de 9 à 1 environ.

La force de cette colonne d'eau, dont la vitesse atteint 53 mètres par seconde au moment où elle atteint les aubes des turbines, est telle qu'une barre de fer projetée contre elle rebondit comme si elle avait frappé un corps solide.

Le chemin de fer de la Jungfrau.

M. Trautweiller, auteur d'un projet de chemin de fer aboutissant au sommet de la Jungfrau, vient de publier dans le *Schweizerische Bauzeitung* quelques renseignements sur ce travail. La voie ferrée partirait de la vallée qui précède le pic, et serait presque entièrement en tunnel. Elle comporterait plusieurs stations intermédiaires mises en communication par des galeries souterraines avec les parties de la montagne d'où l'on peut observer les plus beaux points de vue, et ces galeries pourraient servir d'abri aux voyageurs en cas de tempête. L'éclairage se ferait par l'électricité, en sorte que l'exploitation pourrait fonctionner jour et nuit et par tous les temps. Le voyage durerait deux heures seulement.

La température du sommet du pic ne descend pas, en hiver, au-dessous de — 14°, et, en été, la température moyenne est un peu inférieure à 0°. Celle du sol varie de — 2° à — 6° au sommet, et est de + 10° dans la vallée. M. Trautweiller estime que le tunnel se trouverait à 3° en moyenne. La différence entre les pressions atmosphériques, au sommet et dans la vallée, atteint 1/3 d'atmosphère, et l'on pense que les voyageurs s'y feraient graduellement pendant les deux heures que durerait le trajet.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 7 février 1889.

Présidence de M. CONTAMIN.

Bibliographie. — M. Émile Trélat présente à la Société l'ouvrage de feu M. Durand-Claye, intitulé : *Hydraulique et Génie rural*.

Nécrologie. — M. BOURDIL retrace l'existence de M. Durenne, membre de la Société, décédé, qui peut être considéré comme le fondateur de la chaudronnerie en France (1).

L'enseignement professionnel. — M. H. COURIOT, comme ancien délégué de la Société des Ingénieurs civils au Congrès des Sociétés savantes, en 1889, résume les communications qu'il a faites à ce Congrès, de concert avec M. Salomon, membre de la Société. M. Salomon a traité de l'enseignement industriel, principalement au point de vue de l'apprentissage; M. Couriot a fait l'étude de l'enseignement commercial.

L'auteur de la communication définit les trois degrés en lesquels devrait, selon lui, se subdiviser cet enseignement spécial, et invite les Ingénieurs à apporter leur concours le plus actif à la solution des questions qu'il comporte.

M. Contamin résume la communication de M. Couriot et signale ce qui a été fait, notamment dans cet ordre d'idées, par les Compagnies de chemins de fer.

Après une série d'observations présentées par MM. E. Polonceau, Ed. Roy, S. Périssé et Ch. Lucas, la discussion complète de la communication est renvoyée à une séance ultérieure.

Discussion de la communication de M. BARRE sur le chemin de fer glissant (2). — M. REGNARD demande à l'auteur de la communication quelques détails complémentaires relativement à la dépense des patins glissants, aux frottements et à l'alimentation des tenders en eau comprimée.

M. BRULL présente quelques objections relatives au soulèvement des patins.

M. BARRE ayant fourni les explications demandées, M. le président résume la discussion. Il conclut que le matériel proposé pour le chemin de fer glissant est de nature à se prêter convenablement à de petites lignes de tramways urbaines; pour les grands parcours, le problème est bien moins élucidé; néanmoins il a été étudié d'une façon intéressante et présente des éléments documentaires utiles pour l'avenir.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 6 janvier 1890.

Chimie. — 1° *Sur les pouvoirs réfringents des sels simples en dissolution.* Note de M. E. DOUMER, présentée par M. Arm. Gautier.

M. E. Doumer présente à l'Académie les recherches qu'il poursuit depuis plus de cinq ans sur les pouvoirs réfringents des sels. Ses observations ont porté sur 90 sels. Il s'est servi, pour la détermination des pouvoirs réfringents, du réfractomètre de M. Trannin. Cet appareil permet de mesurer avec une grande précision les pouvoirs réfringents des solutions salines par rapport à l'eau, à la condition de n'opérer que sur des solutions très diluées. Dans les expériences de l'auteur, les concentrations ont varié de 0,2 à 8 %, suivant le cas.

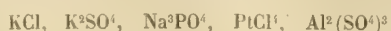
Soient μ le pouvoir réfringent par rapport à l'eau du sel étudié, P_m le poids moléculaire de ce sel; M. Doumer appelle pouvoir réfringent moléculaire du sel par rapport à l'eau le produit μP_m .

L'auteur présente en détail un tableau complet contenant les résultats qu'il a obtenus avec les sels simples, et, pour chaque type de sel, la moyenne μP_m .

Ces résultats le conduisent aux conclusions suivantes :

1° Tous les sels formés par un même acide ont même pouvoir réfringent moléculaire lorsqu'ils sont construits sur le même type. Aussi : μP_m pour les chlorures $M'Cl = 21,5$; μP_m pour les sulfates $M''SO_4 = 42,8$ environ :

2° Les pouvoirs réfringents des sels qui appartiennent à des types différents sont sensiblement multiples d'un même nombre. Ainsi les sels :

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 44, p. 238.(2) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 22, page 303.

ont respectivement les pouvoirs réfringents moléculaires :

20,7 43,1 64,3 89,8 130,5

3° Les pouvoirs réfringents moléculaires des sels sont fonction du nombre de valences de l'élément métallique qui entre dans leur construction. Ainsi, dans l'exemple que l'on vient de citer, les valences de l'élément métallique sont respectivement :

1 2 3 4 6

les pouvoirs réfringents moléculaires sont sensiblement :

$1 \times 20,7$; $2 \times 20,7$; $3 \times 20,4$; $4 \times 20,7$; $6 \times 20,7$

2° *De la composition des roches employées dans la fabrication de la porcelaine en Chine.* — Note de M. Georges VOGT, présentée par M. Friedel.

Reprenant les recherches d'Ebelen et de Salvétat sur les roches servant à la fabrication de la porcelaine en Chine, M. Vogt a trouvé des résultats très différents de ceux de ces deux chimistes. M. Vogt, en effet, a constaté une très grande différence de composition entre les roches de Chine et la pegmatite du Limousin, à laquelle Ebelen et Salvétat assimilaient les roches chinoises. La différence de composition réside principalement dans la présence de la muscovite dans les roches servant à la fabrication de la porcelaine en Chine.

La présence de la muscovite n'est pas un fait isolé; toutes les roches de Chine que l'auteur a analysées en contiennent des quantités notables, et il cite quatre échantillons qui en contiennent respectivement 40,6, 37,3, 31,1 et 18,6 %.

Désireux de confirmer les résultats de ses analyses par un examen microscopique, il a été reconnu que les échantillons analysés renfermaient bien le mica blanc.

Bien que les kaolins de Chine, de belle qualité, aient la même composition que ceux d'Europe, comme les petun-tsé, les yeou-ko, les hoa-ché, qui tous contiennent du mica blanc, entrent dans la composition des pâtes chinoises, il en résulte que la pâte à porcelaine chinoise arrive à renfermer souvent près de 20 % de mica blanc, portion assez importante pour avoir une influence profonde sur les propriétés de la porcelaine ainsi composée.

Électricité. — *Sur la distribution du courant dans les conducteurs à trois dimensions.* Note de M. P. JOUBIN, présentée par M. Mascart.

Dans cette note, M. P. Joubin démontre, dans un cas très simple, que l'extension du principe des images à l'électricité dynamique est légitime; que les surfaces de flux et équipotentielle sont les mêmes qu'en électrostatique.

Mathématiques. — 1° *Sur les fonctions elliptiques.* Note de M. Paul APPELL, présentée par M. Hermite ;

2° *Sur les intégrales rationnelles des équations du premier ordre.* Note de M. PAINLEVÉ, présentée par M. Darboux.

Séance du 13 janvier 1890.

Physique. — 1° *Sur le rapport entre les conductibilités électrique et thermique des métaux.* Note de M. ALPHONSE BERGET, présentée par M. Lippmann.

M. Berget, qui a donné, dans une note antérieure la méthode dont il s'est servi pour déterminer la conductibilité thermique des différents métaux, a pensé qu'il y aurait intérêt à comparer les valeurs des conductibilités électriques aux conductibilités thermiques déterminées sur les mêmes échantillons, ce qui est une condition essentielle de comparabilité.

Pour cela, l'auteur a retiré de son anneau de garde la barrette qui y était encastrée pour la mesure de la conductibilité thermique, et il en a déterminé la conductibilité électrique par la méthode du pont double de sir W. Thomson. Il a cherché ensuite le rapport des coefficients moyens K de conductibilité thermique, aux coefficients moyens c de conductibilité électrique, mesurés tous deux entre 0° et 30°. Tous ces résultats sont consignés dans un tableau, et l'on peut y voir que l'ordre des conductibilités est le même pour la chaleur et l'électricité, mais que le rapport $\frac{K}{c}$ n'est pas rigoureusement constant. Il n'y a donc pas lieu de croire qu'il y ait proportionnalité absolue entre les coefficients de conductibilité électrique et thermique.

L'auteur avait d'ailleurs, dans un travail précédent, étudié la variation du coefficient de conductibilité thermique du mercure, entre 0° et 300°. Il avait trouvé que le coefficient moyen de variation était, pour 1°, — 0,00046, nombre différent du coefficient

de variation correspondant de la conductibilité électrique, qui est, — 0,00085.

La loi de proportionnalité des deux conductibilités n'est donc exacte qu'approximativement, à peu près dans les conditions de la loi de Dulong et Petit relatives aux chaleurs spécifiques.

5° *Sur l'état d'équilibre que prend, au point de vue de sa concentration, une dissolution gazeuse primitivement homogène, dont deux parties sont portées à des températures différentes.* Note de M. P. VAN BERCHEM, présentée par M. Friedel.

Chimie. — 1° *Sur les combinaisons de l'hydrogène phosphoré gazeux avec les fluorures de bore et de silicium.* Note de M. BESSON, présentée par M. Troost.

L'hydrogène phosphoré gazeux bien sec, semble sans action sur le fluorure de bore à la température ordinaire, mais si l'on fait arriver ces deux gaz dans une enceinte refroidie à — 50°, on voit se déposer un corps solide blanc, qui se teinte en jaune quand la température s'élève en même temps qu'il se décompose. Si l'on recueille les produits gazeux qui se dégagent lorsque le corps revient à la température ambiante, on trouve qu'il est formé de deux volumes de fluorure de bore, pour un volume d'hydrogène phosphoré, renfermant de l'hydrogène en excès. C'est qu'en même temps une partie de l'hydrogène phosphoré s'est transformée en phosphore solide d'hydrogène. Cette décomposition permet d'assigner à la combinaison la formule $2BoF_3 + PhH_3$.

La combinaison directe de l'hydrogène phosphoré avec le fluorure de silicium ne peut s'obtenir qu'avec un froid de — 22° et une pression à 50 atmosphères, on voit alors le tube se tapisser de petits cristaux blancs très brillants. Un mélange de deux volumes d'hydrogène phosphoré avec trois volumes de fluorure de silicium est celui qui donne seul de bons résultats. On peut donc assigner cette formule de composition au produit obtenu.

Ces combinaisons rendent plus étroites les analogies du gaz hydrogène phosphoré avec l'ammoniaque.

2° *Sur une inosite nouvelle, la racémo-inosite.* Note de MM. MAQUENNE et Ch. TANRET, présentée par M. Berthelot.

Dans leurs études sur la pinite et la québracite, MM. Maquenne et Tanret ont constaté que la pinite donne une inosite dextrogyre, et la québracite, une inosite lévogyre. Or, en comparant celles-ci, et notamment leurs pouvoirs rotatoires, il leur est venu à l'idée qu'ils pourraient avoir affaire à deux sucres qui auraient entre eux les mêmes relations que les acides tartriques droit et gauche.

Les essais que les auteurs de cette communication ont faits sur ces deux produits, et qui sont présentés en détail, leur ont fourni un parallélisme de propriétés physiques et chimiques qui était bien de nature à faire espérer un racémique, qu'ils ont d'ailleurs obtenu. Les résultats des recherches exposées dans cette note, offrent ainsi le premier fait d'isomérisie optique que l'on connaisse dans la série des sucres, isomérisie dont M. Pasteur a découvert le premier exemple et qui n'a été signalé jusqu'ici que dans un petit nombre de corps.

Électricité. — *Résonnance multiple des onduations électriques de M. Hertz.* Note de MM. Edouard SARASIN et Lucien de la RIVE, présentée par M. Cornu.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Traité encyclopédique de Photographie, par M. C. FABRE, docteur ès sciences. — 4 beaux volumes illustrés de nombreuses figures, paraissant le 15 de chaque mois par livraisons de 80 pages, grand in-8°. Tome II. *Phototypes négatifs*. — 9° Livraison du 15 février 1890. — Ce fascicule étudie les plaques au gélatinobromure, dont il indique la préparation dans les plus grands détails, et passe en revue les divers révélateurs, de l'oxalate ferreux à l'icônogène. — (Paris, Gauthier-Villars et fils.) — Souscription aux 4 volumes comprenant 20 livraisons, 40 francs. Chaque livraison séparée, 2 fr. 50.

Pour tous les articles non signés :

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Drainage de la vallée de Mexico, p. 385 ; JAMES GROSCLAUDE. — Mines : Ouro Preto et les mines d'or (Brésil) (*suite*), p. 389 ; PAUL FERRAND. — Chemins de fer : Wagon-écurie de la Compagnie de l'Est permettant le chargement par bout ou par côtés (*planche XXXIV*), p. 390. — Mécanique : Détermination et emploi des lignes d'influence des tensions élastiques dans les arcs pleins et les arcs réticulaires articulés aux naissances, p. 391 ; BERTRAND DE FONTVIOLANT. — Exposition universelle de 1889 : La brasserie à l'Exposition universelle de 1889, p. 394 ; SCHIELD-

TREHERNE. — Études et travaux parlementaires : Le port du Havre et l'amélioration de la basse Seine, p. 397 ; G. LATOUCHE. — Correspondance : p. 398 ; A. MONTLAUR. — Informations : Dévitrifications des verres ordinaires du commerce, p. 399 ; — Excavateur pour tranchées étroites, p. 399 ; — Convocation des actionnaires du *Génie Civil* pour l'Assemblée générale annuelle du 31 mars 1890, p. 399.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séances des 20, 27 janvier et 3 février 1890, p. 400 ; G. PETIT.

Planche XXXIV : Wagon-écurie de la Compagnie des chemins de fer de l'Est avec entrée par bout et par côtés.

TRAVAUX PUBLICS

DRAINAGE DE LA VALLÉE DE MEXICO ⁽¹⁾

Le drainage de la vallée de Mexico constitue une œuvre considérable, commencée par les Aztèques, voilà plus de quatre siècles, et dont l'exécution définitive, après des difficultés sans nombre, suscitées surtout par les événements politiques, n'est plus qu'une question de

I. Situation topographique et géologique de la vallée. — La vallée de Mexico est une immense bouche volcanique parfaitement limitée à l'est et au sud par une ceinture de hautes montagnes, d'où se détachent les sommets d'Ixtlachuatl (4 750 mètres), de Popocatepetl (5 400 mètres), d'Ajusco (4 150 mètres), et à l'ouest par les monts de las Cruces et le mont Alto. Il est moins facile de fixer ses limites vers le nord, car dans cette direction la plaine s'élève lentement pour se confondre presque avec des plis de terrain, qui forment entre eux des gorges telles que celles de Nochistongo et de Tila, par lesquelles on



FIG. 1. — Vue panoramique de la ville de Mexico.

quelques années, grâce à l'ère de paix qui s'est ouverte pour le Mexique avec le gouvernement énergique du général Porfirio Diaz.

Les travaux ont été repris tout récemment dans les meilleures conditions au point de vue technique et financier, et nous croyons le moment venu d'en donner ici un exposé général.

a toujours essayé, depuis le XVI^e siècle, de faire écouler les eaux de la vallée.

La superficie de cette vallée, dont le fond est à une altitude moyenne de 2 260 mètres, peut être évaluée à 244 lieues carrées. Le périmètre des montagnes qui l'entourent est de 67 lieues. Son bassin hydrographique total est de 400 lieues carrées.

Au fond de la vallée se trouvent six grands lacs, situés à des niveaux différents, dont nous résumons les principales dimensions dans le tableau suivant :

(1) *El Valle de Mexico*, par Francisco de GARAY, Mexico 1888. — *Memoria sobre el Valle de Mexico, su desagüe y saneamiento*, par M. A. de QUEVEDO, Mexico 1889. — *The Engineering and Mining Journal*, 8 décembre 1888, New-York. — *Transactions of the American Society of civil Engineers*, vol. XII, New-York.

Noms des lacs.	Longueur moyenne.	Largeur moyenne.	Profondeur moyenne.	Altitude par rapport à la grande place		Superficie en kil. carrés.	Volume en mèt. cubes.
				de Mexico.	de Mexico.		
	Kilomèt.	Kilomèt.	Mètres.	Mètres.	Mètres.		
Chalco.	44.500	44.500	4 50	4 64	4 51	157 ^h 000	235.500.000
Xochimilco . . .	40.500	5.750	4 50	4 51	4 51		
Texcoco.	22.000	42.000	0 91	4 23	4 23	241 440	249.740.400
Xaltocan.	42.000	6.000	0 71	2 47	2 47	76 400	34.244.000
San Cristóbal . .	7.000	2.000	0 71	2 47	2 47		
Zumpango. . . .	5.000	3.500	1 27	6 42	6 42	22 4263	28.400.000
						496 9663	537.554.400

Chacun de ces lacs est alimenté par des rivières d'un faible débit pendant la saison sèche, mais d'un volume considérable à l'époque des pluies; aussi, dans la saison humide, leur niveau s'élève fortement et leurs eaux débordent dans la vallée si les pluies ont été abondantes.

Autrefois c'était le lac de Zumpango qui présentait le plus de danger, car il recevait les eaux du Cuautitlan, rivière qui draine une surface de terrain très étendue et grossit énormément après la saison des pluies. Cette rivière a été détournée dans la gorge de Nochistongo, et depuis longtemps déjà ses débordements ont cessé de mettre en péril la ville de Mexico et ses environs.

Aujourd'hui c'est le lac de Texcoco qui constitue le danger le plus menaçant pour la sécurité de la capitale. Par suite des déboisements inconsidérés qui furent l'œuvre des Espagnols lors de la conquête, les pluies ravinant les versants des montagnes qui dominent la vallée, entraînent tous les ans des alluvions qui rehaussent le fond de ce lac, dont les eaux, à plusieurs reprises, ont déjà inondé la ville et les localités voisines. Le sol de Mexico n'est plus, actuellement, qu'à 2 mètres au-dessus du niveau moyen du lac de Texcoco, dont le fond s'élève à peu près de 4 centimètres par an.

L'eau de ce lac et celle des trois plus petits, situés au nord, qui ne sont alimentés que pendant la saison des pluies et restent presque à sec le reste du temps, est salée, comme l'est d'ailleurs l'eau de tous les lacs qui n'ont pas un écoulement régulier; elle contient plus de sel que l'eau de la Baltique, mais moins que celle de l'Océan, et dégage du sulfure d'hydrogène en abondance.

Les lacs de Xochimilco et de Chalco contiennent de l'eau douce, provenant de la fonte des neiges qui couvrent les sommets environnants; ils sont alimentés par des sources qui émergent de leurs lits et de leurs rives.

Des observations faites pendant plusieurs années à l'observatoire de Mexico, il résulte qu'il tombe annuellement, au centre de la vallée, une hauteur d'eau de 0^m 61. En se basant sur ce chiffre, la vallée entière recevrait en une année 4 286 884 000 mètres cubes d'eau en moyenne. Un tiers de ce volume est drainé par le Cuautitlan, à travers la tranchée de Nochistongo; 2 000 000 de mètres cubes sont évaporés ou employés aux besoins de l'agriculture, de sorte que les lacs reçoivent finalement environ 786 884 000 mètres cubes. Les six lacs reçoivent donc en moyenne 2 460 000 mètres cubes par jour; mais, à cause de leur très grande surface, l'évaporation peut être évaluée de 3 à 5 millimètres de hauteur d'eau par jour, ce qui fait un volume d'eau évaporé à peu près égal à celui qu'ils reçoivent quotidiennement.

Les pluies abondantes ont lieu pendant cinq mois, de juin à octobre; durant cette période, il tombe cinq fois plus d'eau que pendant le reste de l'année, et, comme l'évaporation diminue et ne peut plus compenser le volume d'eau reçu, la vallée est plus ou moins inondée.

La vallée de Mexico est, dans son ensemble, de formation porphyrique, mais, au sud principalement, de nombreuses masses trachytiques se sont ouvert un passage, et l'on rencontre les basaltes les plus variés, soit dans la plaine, soit sur les versants ou les sommets des montagnes. Les phénomènes ignés des époques récentes sont accusés par de vastes étendues de laves et de sables pouzzolaniques.

Le fond de la vallée est constitué par des dépôts lacustres et des terrains de transport recouverts de couches d'argile d'épaisseur variable.

Les produits volcaniques rejetés par les cratères voisins et par ceux qui s'ouvrirent dans la vallée même ont été entraînés par les eaux, remaniés, agglutinés avec des matières terreuses et se sont déposés successivement pour former les tufs si caractéristiques de la vallée de Mexico. Sous ces tufs on trouve des marnes lacustres et aussi des couches de différentes matières de transport plus ou moins calcaires. Assez fréquemment ces lits horizontaux de terrains sédimentaires sont entrecoupés de couches d'une épaisseur souvent considérable, formées par de la glaise et du sable fin provenant des anciens étangs et des torrents de la vallée.

On rencontre dans tous ces terrains les restes fossiles d'éléphants mexicains, de bœufs, de chevaux et d'autres espèces. Jusqu'à présent on n'a pas encore trouvé le squelette entier de l'un de ces animaux, mais seulement des débris informes. Les naturels du pays croient que les morceaux d'os fossiles qu'ils déterrent proviennent d'une race de géants, leurs ancêtres, et qu'en les mangeant ils se préservent d'un grand nombre de maladies. Pour une fois, la superstition est d'accord

avec les préceptes de la médecine, car on sait que le phosphate de chaux est un agent thérapeutique très employé de nos jours.

II. Historique des travaux entrepris dans la vallée de Mexico. — Lorsque les Aztèques, abandonnant la Californie et poursuivant par petits groupes leur marche mystérieuse vers le sud, rencontrèrent la vallée à laquelle fut donné plus tard le nom de Mexico, les eaux formaient deux lacs immenses au nord et au sud, et de leur sein émergeaient seulement quelques îlots.

Suivant les prédictions de ses oracles, ce peuple errant devait s'arrêter dans ses longues pérégrinations et fonder sa capitale lorsque l'aigle impérial qui lui servait de guide se poserait sur un rocher pour y déchirer un serpent.

Cette prédiction s'étant accomplie au moment où les Aztèques arrivèrent dans la vallée, ils élevèrent aussitôt leur temple sur l'un des îlots et se groupèrent autour dans des cabanes flottantes. Peu à peu, ils élargirent la base de leur rocher à l'aide des pierres qu'ils détachèrent de son sommet et de celles qu'ils se procurèrent chez les peuplades qui habitaient déjà les rives du lac; puis ils construisirent tout autour des chaussées et des digues, dont ils comblèrent les intervalles avec de la terre et des pierres péniblement entassées, et à force de travail et de patience ils finirent par s'établir sur ce sol lentement conquis sur les eaux et qu'ils ne songèrent jamais à abandonner, car il leur était sacré.

Tel fut le berceau de la ville de Mexico, qui compte aujourd'hui 400 000 habitants.

Les Mexicains, qui, graduellement, s'étaient rendus maîtres des différentes peuplades de la vallée, eurent bientôt à lutter contre les eaux qui les entouraient, contre celles du nord-est principalement. Moctezuma, sur le conseil de son oncle, le sage roi de Texcoco, Netzahualcoyotl, entreprit, en 1450, la construction d'une vaste digue qui partait d'Atzacalco, au nord, pour se diriger en ligne droite vers le sud jusqu'à Ixtapalapa, au pied de la montagne de la Estrella. Cette digue, faite d'un massif de pierre et d'argile couronné par un fort mur en maçonnerie, mesurait 16 kilomètres de longueur; elle divisait le grand lac central en deux parties: la plus grande, à l'est, prit le nom de lac de Texcoco, car cette ville se trouvait sur ses rives, et la plus petite, à l'ouest, fut appelée lac de Mexico, parce que ses eaux entouraient la capitale aztèque.

La construction de cette digue eut non seulement pour résultat de protéger la ville contre les inondations, mais elle eut des conséquences très heureuses au point de vue de son alimentation d'eau potable. En effet, lorsque le lac central fut ainsi divisé en deux parties, les eaux qui, par suite de la nature du terrain qu'elles recouvraient, renfermaient la plus forte dose de matière saumâtre, restèrent contenues à l'est, c'est-à-dire dans le lac de Texcoco, tandis qu'à l'ouest, dans le lac de Mexico, furent contenues les eaux les moins abondantes mais aussi les plus pures.

La région du sud, dont le sol perméable est extrêmement fertile, possède de nombreuses sources dont les eaux fraîches et potables forment un lac profond ne présentant aucun danger pour la capitale, car sa plus grande crue a précisément lieu dans les mois de sécheresse. Le roi Netzahualcoyotl, grâce à des vannes ménagées dans le barrage de Mexicalcingo, qui fut aussi son œuvre, laissait, pendant la saison sèche, les bonnes eaux du sud parvenir jusqu'au lac de Mexico pour l'alimentation de la ville.

C'est également sous le règne de Moctezuma que, sur les conseils de Netzahualcoyotl, pour mieux utiliser les eaux du sud, on construisit le barrage de Tlahuac, qui divisa le lac dont nous parlions tout à l'heure en deux parties, qui prirent les noms de Chalco et de Xochimilco.

En 1519, lorsque Cortès arriva dans la vallée de Mexico, il fit flotter une escadre de douze bergantines sur les eaux du lac de Texcoco et ordonna de détruire la grande digue de Netzahualcoyotl, pour pouvoir assiéger, avec sa flottille, la capitale aztèque et en même temps la priver d'eau potable.

La conquête achevée, une église chrétienne s'éleva à la place du temple payen, et sur les ruines de la ville aztèque, les Espagnols bâtirent la capitale de leur nouvel empire.

Mais bientôt ils durent se préoccuper à leur tour de défendre Mexico contre l'invasion des eaux, et le problème se posait pour eux avec plus de difficulté que par le passé, car si les travaux de Netzahualcoyotl avaient suffi à protéger la cité primitive, il n'en était plus de même pour la capitale des conquérants, qui l'agrandirent sur un sol ferme en abaissant le niveau des îlots sur lesquels elle reposait et remplacèrent par des demeures stables les cabanes flottantes des Aztèques.

À la suite de plusieurs inondations qui causèrent des ravages considérables malgré les quelques travaux de protection exécutés à la hâte, le vice-roi Luis de Velasco prit, en 1607, sur les conseils du savant Enrico Martinez, la décision énergique de détourner de la vallée les crues du rio Cuautitlan, qui grossissaient autrefois le lac de Zumpango, en les déversant à l'aide d'un tunnel dans le golfe du

Mexique par le rio de Tula et le rio de Panuco. A cette époque, on pensait que le rio Cuautitlan était la seule cause des inondations.

Le percement de ce tunnel commença le 28 novembre 1607 sous la direction de Enrico Martinez. Il fut achevé en onze mois, ce qui paraît incroyable, si l'on pense qu'il avait 6 600 mètres de longueur et une section de 3^m 50 de largeur sur 4^m 20 de hauteur. On construisit également une tranchée ouverte de 8 600 mètres de développement, qui reliait le tunnel au rio de Tula, et deux canaux, l'un pour la conduite des eaux du lac de Zumpango et l'autre pour celle des eaux du rio Cuautitlan.

Malheureusement, par raison d'économie et pour gagner du temps, on avait négligé de revêtir le tunnel ; aussi, dès que les eaux arrivèrent, des éboulements se produisirent qui l'obstruèrent presque complètement, et, dès 1609, il n'était plus utilisable.

Plusieurs années se passèrent sans qu'aucune décision fût prise pour remédier à cet état de choses, et en 1629 eut lieu une inondation terrible qui fit périr en un mois plus de 30 000 personnes. Les eaux

dance, ce qui est d'autant plus heureux qu'à cette époque l'argent et les bras eussent manqué complètement pour toute œuvre d'utilité publique.

Nous avons vu que les travaux hydrauliques exécutés par Nezahualcoyotl avaient eu pour but d'abord de délivrer Mexico du danger des inondations et ensuite d'utiliser les eaux dans la mesure du possible. Sous la domination espagnole, au contraire, l'unique préoccupation avait été de défendre la ville sans chercher à tirer parti des eaux. Cependant, en 1774, Velasquez de Leon et, au commencement du siècle, Costera avaient indiqué les nombreux avantages qu'on pourrait obtenir par l'établissement d'un système de canaux qui serviraient à la fois au drainage de la vallée et aux besoins de la navigation, du commerce et de l'agriculture. Malheureusement leurs projets ne furent pas réalisés par suite des événements politiques.

C'est à l'illustre Alexandre de Humboldt que revient l'honneur d'avoir appelé d'une manière efficace l'attention du gouvernement et du monde savant sur l'immense préjudice que causerait à la vallée de Mexico l'exécution de travaux qui n'auraient pour but que de parer aux inconvénients des grandes crues, assez rares, somme toute, puisqu'elles ne se répètent que tous les quinze ou vingt ans. S'appuyant sur une connaissance parfaite du régime des eaux de la vallée, il a judicieusement conseillé de ne drainer, en temps ordinaire, que la quantité d'eau qui peut devenir nuisible, et d'utiliser le reste comme voulurent le faire Velasquez de Leon et Costera ; enfin, il a très bien fait ressortir, dans son *Essai politique sur la Nouvelle-Espagne*, l'influence désastreuse des nombreux déboisements dus à l'imprévoyance des Espagnols, qui voulurent transformer la vallée, si riche au temps des Aztèques, en une terre aussi aride que la Castille.

En effet, par suite de ces déboisements, il a fallu élever le niveau de Mexico, car les eaux du lac de Texcoco l'envahissaient de plus en plus. Il y a beaucoup d'édifices dont le rez-de-chaussée primitif se trouve aujourd'hui au-dessous du sol extérieur. En outre, — c'est un point important qu'Alexandre de Humboldt a passé sous silence, — le lac de Texcoco servant, comme nous l'avons dit, de déversoir aux eaux d'égout de la capitale, son fond s'élève d'une façon continue, ce qui rend très difficile le libre écoulement de ces eaux.

Les égouts de Mexico consistent en un réseau de caniveaux de 0^m 75 de largeur sur 0^m 85 de profondeur, situés, soit au milieu, soit sur les côtés des rues, communiquant avec les maisons par des tuyaux, et recevant les eaux pluviales et les immondices du dehors par des grilles placées de distance en distance. Ces caniveaux, presque tous engorgés, communiquent avec une série d'égouts secondaires, qui débouchent dans un égout collecteur, aboutissant lui-même au canal de San-Lazaro qui transporte toutes les eaux, chargées de débris de toute nature, au lac de Texcoco, dans lequel elles se déversent, si toutefois son niveau est assez bas. Dans le cas contraire, à l'époque des pluies, ce sont les eaux du lac qui pénètrent dans le canal et par suite dans les égouts ; elles s'infiltrèrent alors sous les maisons et sous les rues. Or, cet état de choses durant depuis plusieurs siècles, on s'imagine quelle doit être la condition du sous-sol de Mexico. On ne s'étonnera donc pas que la mortalité atteigne, dans cette ville, le chiffre de 40 %, c'est-à-dire l'un des plus élevés du monde civilisé.

L'état déplorable dans lequel se trouvait Mexico, au point de vue hygiénique, obligea le gouvernement, en 1856, à prendre des mesures urgentes pour améliorer une situation rendue encore plus dangereuse par les pluies abondantes de la dernière saison. Il nomma une Commission, à laquelle furent octroyés les pouvoirs les plus étendus pour lutter efficacement contre un péril qui menaçait l'existence même de la ville et celle des localités voisines. Grâce à quelques travaux exécutés sans délai, mais d'un caractère tout à fait provisoire, on put se rendre maître des eaux et protéger Mexico contre une inondation générale. La panique, une fois passée, la Commission fit appel à la science des Ingénieurs nationaux et étrangers, en proposant une prime de 60 000 francs pour le meilleur projet des travaux hydrauliques qu'il convenait d'exécuter dans la vallée, pour obtenir les résultats suivants :

1^o Dominer et diriger les eaux de la vallée et celle des six grands lacs, de façon que la capitale et les localités environnantes soient toujours à l'abri des inondations ;

2^o Rendre permanent l'écoulement des eaux d'égout et réaliser le curage de ces derniers par une chasse d'eau suffisante ;

3^o Créer dans la vallée un système de canaux, servant à la fois de canaux de drainage et de canaux de transport ;

4^o Ménager des réserves d'eau pour les besoins de l'agriculture à l'époque des sécheresses.

Sept projets furent présentés : celui de M. Francisco de Garay, professeur à l'École nationale des Ingénieurs de Mexico et ancien élève de l'École des Ponts et Chaussées de Paris, remporta le prix à l'unanimité.

Ce projet satisfaisait à la première prescription du programme par un canal principal, pouvant débiter 35 mètres cubes, dont l'origine était à l'extrémité est de Mexico, et qui traversait les lacs de Texcoco, de San Cristobal, de Xaltocan et de Zumpango, pour déverser leurs

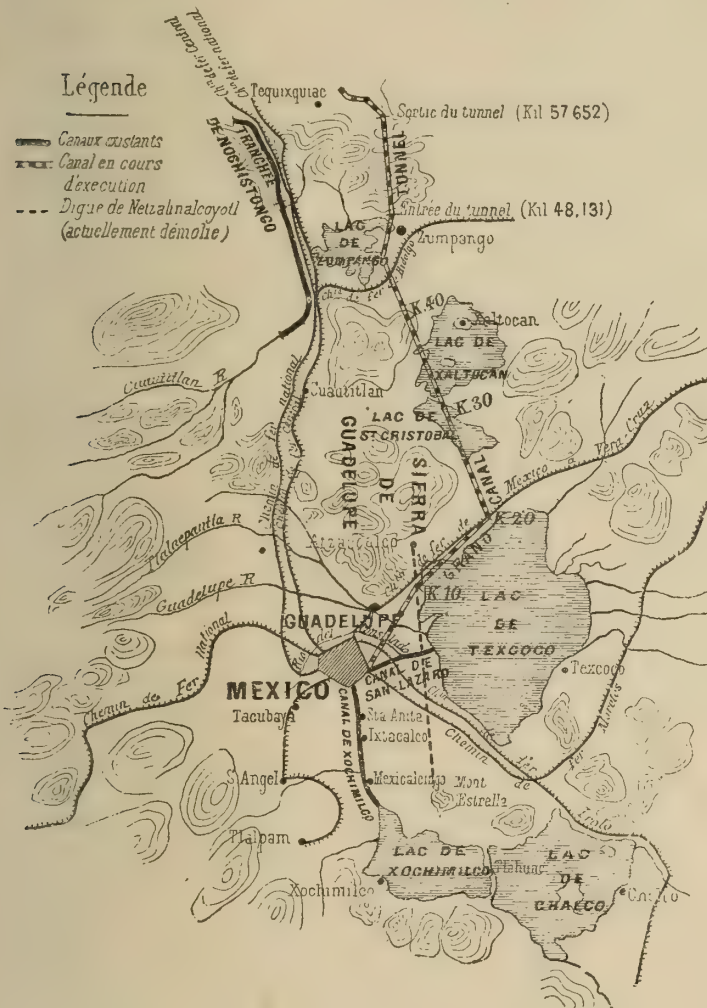


FIG. 2. — Carte de la vallée de Mexico.

ne se retirèrent qu'en 1634, par les fissures qu'un violent tremblement de terre avait ouvertes dans le sol de la vallée.

En 1637, le vice-roi marquis de Cadereyta décida, sans réflexion, ou plutôt parce que c'était l'unique moyen qui n'exigeait pas de matériaux, mais seulement de la force humaine, qu'on ne payait pas, que le tunnel d'Enrico Martinez serait converti en une tranchée à ciel ouvert. Cette gigantesque percée de Nochistongo, à laquelle aucun travail de terrassement moderne ne peut être comparé, si ce n'est celui du canal de Panama, fut commencée en 1640, sous la direction du Père Luis Flores, de l'ordre des franciscains, et terminée en 1789. Elle a 20 kilomètres de longueur ; sa plus grande largeur est de 110 mètres, et sa plus grande profondeur de 60 mètres.

Aujourd'hui, cette tranchée, par suite du ravinement des eaux et des éboulements de ses talus, ressemble plutôt à une œuvre de la nature qu'à un travail des hommes.

Le chemin de fer central longe sa rive droite, et ce n'est que par une surveillance constante qu'on peut éviter une catastrophe.

Une fois la tranchée de Nochistongo terminée, il ne fut plus question d'entreprendre aucun travail important pour le drainage de la vallée. Dans les années qui suivirent, si le danger devenait trop menaçant, on se contentait d'effectuer quelques réparations indispensables ou des travaux de courte durée. D'ailleurs, grâce au volume d'eau considérable que drainait la grande tranchée, et surtout à une longue suite d'années peu pluvieuses, ni la capitale, ni la vallée n'eurent beaucoup à souffrir des inondations pendant la guerre de l'Indépen-

eaux avec celles des égouts de la ville dans un tunnel évacuateur de 9 290 mètres de longueur, aboutissant à la rivière d'Ametlac, affluent du Tequiquiac. Ce canal drainait également les lacs de la région sud par l'intermédiaire d'un canal secondaire, qui unissait le lac de Chalco à celui de Texcoco.

Un troisième canal prenait les eaux du lac de Xochimilco, et, se dirigeant vers l'ouest de Mexico, les conduisait à une hauteur suffisante pour réaliser la seconde condition du programme, le radier du canal principal se trouvant à son point de départ à 2^m50 au-dessous du sol moyen de la ville. Enfin une série de canaux accessoires, unis aux trois précédents, formaient avec le rio Cuautitlan un réseau de voies navigables pouvant, en outre, fournir l'eau nécessaire aux besoins de l'agriculture.

Malheureusement la guerre civile empêcha l'exécution de ce projet, et ce ne fut qu'en 1864, lors de l'occupation française, qu'un comité d'Ingénieurs, nommé par Maximilien et présidé par le colonel du génie Doutrelaine, eut de nouveau à s'occuper de la question du drainage de la vallée de Mexico.

Tous les membres de ce comité tombèrent d'accord pour adopter le projet de M. de Garay, et l'on commença aussitôt les travaux préliminaires. Interrompus par les événements politiques, ils furent repris sur l'ordre de Juarez, de 1868 à 1871. De 1871 à 1877, ils furent encore suspendus par suite de la guerre civile qui désolait le pays, et lorsqu'il fut question de les continuer, en 1877, le Ministre des travaux publics voulut apporter des modifications au tracé ainsi qu'aux dimensions du canal et du tunnel.

Après une série de discussions stériles et de tentatives avortées dont l'énumération nous paraît inutile, l'opinion publique réclamant une solution définitive, le Ministre des Travaux publics et la municipalité de Mexico, agissant de concert, nommèrent, en 1883, un comité directeur des travaux du drainage, composé de 5 membres choisis parmi les citoyens les plus notables, auquel on remit pleins pouvoirs pour achever l'œuvre commencée depuis de si longues années.

Une loi du 16 décembre 1883 a accordé au comité directeur une somme annuelle de 2 millions, dont il conserve la gestion, pour l'exécution des travaux. Depuis son entrée en fonction (février 1886), il n'a pas cessé de poursuivre activement ces travaux, et l'on peut espérer que dans cinq ans ils seront complètement terminés.

III. Projet en cours d'exécution. — Prenant en considération l'opinion de plusieurs médecins de Mexico, qui préoyaient de graves inconvénients pour la salubrité de la vallée dans le dessèchement complet des lacs, les auteurs du projet actuel, car celui de M. de Garay semble avoir été plus ou moins abandonné, ont décidé de maintenir simplement le plan d'eau du lac de Texcoco à un niveau assez bas pour que les crues de ce lac ne soient pas un danger permanent pour la capitale, et cela en lui enlevant seulement le volume d'eau que lui apportent les cinq mois de pluies annuelles, auquel il faut ajouter le volume d'eau d'égout débité par le canal de San-Lazaro.

Une fois la saison des pluies terminée, le trop-plein du lac de Texcoco écoulé, il y aura sept mois pendant lesquels le grand canal recevant uniquement le volume d'eau correspondant à celui du canal de San-Lazaro, il sera possible d'effectuer le drainage des lacs de Xaltocan et de San Cristobal, et en partie celui des lacs de Chalco et de Xochimilco.

Dans l'établissement du projet, on a estimé la plus grande variation de niveau du lac de Texcoco, depuis le commencement jusqu'à la fin de la saison des pluies, à 0^m70, et sa superficie mouillée à 272 170 803 mètres carrés; de sorte que le volume d'eau à écouler dans les cinq mois est de 190 519 562 mètres cubes, ce qui fait à peu près un débit de 15 mètres cubes par seconde. Disons que, pour tenir compte de l'évaporation qui pourrait mettre le lac trop à sec, ce qui deviendrait une cause de danger pour la santé publique, le volume d'eau donné ci-dessus, pris pour base des calculs du projet, est inférieur à celui que reçoit réellement le lac de Texcoco pendant la saison des pluies. En outre, comme il est à craindre, dans les années peu pluvieuses, que le lac de Texcoco ne se dessèche presque complètement, ce qui est arrivé en 1877, on a prévu les moyens de déverser dans ce lac les eaux du lac de Chalco en quantité suffisante pour que la santé publique ne soit pas atteinte.

Telles sont les considérations qui ont fait adopter, pour le canal, un débit d'eau maximum de 15 mètres cubes par seconde, qui a été définitivement porté à 17^m50 en vue des filtrations.

Le canal, ne recevant les eaux du lac de Texcoco qu'à partir du kilomètre 20, on l'a naturellement divisé en deux sections : la première, qui mesure 20 kilomètres (exactement 20 040 mètres), reçoit seulement les eaux débitées par le canal de San-Lazaro, dont le volume est évalué à 5 mètres cubes par seconde; la deuxième, dont le développement est de 28 kilomètres (exactement 28 091 mètres), reçoit en outre des eaux précédentes, celles du lac de Texcoco, ce qui porte son débit maximum à 17^m50.

Le canal en tranchée ouverte, ou Grand Canal, a son point d'origine près de la porte de San-Lazaro, à une cote de 2^m25 au-dessous du plan 0, adopté par la Commission des travaux du drainage de la vallée, plan qui est lui-même à 10 mètres au-dessous de la tangente

inférieure à la pierre du calendrier aztèque, qui se trouve contre le mur ouest de la cathédrale. A cette cote d'origine, correspond une profondeur de 5^m75 pour le plafond du canal.

Le Grand Canal traverse les lacs de Texcoco, de San Cristobal, de Xaltocan et de Zumpango, et rencontre le radier du tunnel à la cote de 7^m93 au-dessous du plan de la Commission. Sa longueur totale est de 48^{km}131, sa pente de 0,0002 par mètre, et l'inclinaison de ses talus de 45°. Sur les 20 040 premiers mètres, il présente une largeur de 5 mètres au plafond; la profondeur d'eau est de 1^m40 et la vitesse moyenne d'écoulement de 0^m56 par seconde. La deuxième section, qui mesure 28 091 mètres de longueur, et constitue vraiment le canal de drainage de la vallée et de la ville de Mexico, a 6^m50 de largeur au plafond; la profondeur correspondante de l'eau ne doit pas dépasser 2^m50 (2^m547 sous le tunnel), et la vitesse moyenne d'écoulement, 0^m80 par seconde.

Voici quel est le cube de déblais à effectuer :

De l'origine (porte de San-Lazaro) au kilom. 20 040.	1.770.582 mètres cubes.
Du kilom. 20 040 à l'entrée du tunnel	10.169.906 —
	11.940.488 mètres cubes.
A déduire le cube des terrassements exécutés par la « Bucyrus construction Co »	1.000.000 mètres cubes.
A déduire le cube des terrassements exécutés par le Comité directeur des travaux jusqu'au 30 juin 1888	575.354 —
	1.575.354 mètres cubes.

Il reste donc 10 365 134 mètres cubes à enlever.

La « Bucyrus construction Co » est une Compagnie anglaise qui a traité avec le Comité directeur des travaux pour 1 million de mètres cubes de terrassements à exécuter à partir du kilomètre 23.

Les terres seront déposées de chaque côté du canal, avec leur talus naturel, et formeront un remblai dont le pied sera à 10 mètres environ du bord supérieur des berges.

Le travail le plus important que comporte le projet du drainage de la vallée de Mexico, est certainement le percement du tunnel de Tequiquiac.

Ce tunnel a 9 521 mètres de longueur, mais il est possible qu'on le prolonge au sud de 400 à 500 mètres, car le canal doit atteindre en ce point plus de 25 mètres de profondeur. Il a une pente de 0^m001 sur les 9 000 premiers mètres, et de 0,00135 sur les 521 derniers. Le seuil du tunnel, à sa sortie, est à 25^m201 au-dessous du niveau de la grande place de Mexico.

La section de l'ouvrage (fig. 3) se compose d'un radier semi-ovoïde, dont la surface libre est de 7^m7879, calculé de façon à donner, avec

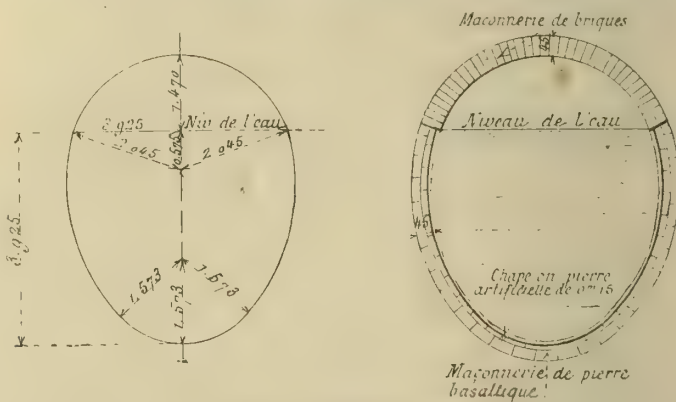


FIG. 3. — Section du tunnel.

une pente de 1 millimètre, un débit maximum de 17^m50. La vitesse moyenne de l'eau sera de 2^m30 environ. Le radier est surmonté d'une voûte en arc de cercle, dont la flèche mesure 1^m47, la corde 3^m925 et la surface libre 4^m2486.

La surface libre totale est donc de 12^m0365.

Le revêtement aura, d'une manière générale, 0^m45 d'épaisseur; celui de la voûte sera fait en briques et celui du radier en maçonnerie commune de pierre basaltique, avec une chape intérieure en pierre artificielle (portland et sable), de 0^m15 d'épaisseur.

Le travail s'effectuera à l'aide de 24 puits, dont 10 étaient achevés au commencement de cette année. Ces puits sont entièrement maçonnés, et munis des pompes et des treuils nécessaires. Ils sont distants de 400 mètres.

Les nombreux ouvrages d'art, tels que ponts, viaducs, etc., qui seront construits sur le Grand Canal, ont été étudiés par M. Arturo B. Coca, ancien élève de l'École Centrale de Paris.

Le Comité directeur, afin d'arriver à une prompt exécution des travaux, a traité le 10 septembre 1888 avec une Compagnie anglaise « The London Mexican prospecting and finance Co limited », pour un emprunt de £ 400 000, qui sera amorti par des annuités de £ 32 000, prises sur le fonds annuel de \$ 400 000, dont nous avons parlé précé-

deinment. Cette même Compagnie a entrepris la construction du tunnel aux conditions suivantes :

Mètre linéaire de galerie de direction	\$.	12.53
— de voûte.		125.36
— de radier.		112.82
Mètre linéaire de tunnel.	\$.	250.71
Puits :		
Mètre linéaire de fouille y compris le boisage . . .	\$.	403.69
— de revêtement		97.78
	\$.	501.47

La Compagnie doit avoir terminé ses travaux, commencés le 25 mars 1889, le 25 septembre 1891, avec une prime de \$ 300 par jour d'avance et une amende égale par jour de retard.

Les travaux complets du drainage de la vallée, ne seront guère achevés avant 3 ans. Cependant l'amélioration des conditions hygiéniques de Mexico est devenue absolument urgente, son réseau d'égouts étant établi, nous l'avons dit, d'une manière tout à fait défectueuse, et sa population augmentant de jour en jour. Aussi, sur les avis de l'un de ses Ingénieurs, M. Roberto Gayol, la municipalité a-t-elle résolu de devancer, en ce qui concerne la ville, l'achèvement des travaux du drainage. Pour faciliter l'écoulement des eaux dans les égouts actuels et pour pouvoir, tout en se conformant au projet général, construire les nouveaux le plus rapidement possible, M. Gayol a installé, près de la porte de San-Lazaro, une usine élévatoire, dont les pompes peuvent débiter 3 mètres cubes par seconde. Ces pompes puisent dans l'égout collecteur, dont le radier est au même niveau que celui du grand canal, les eaux et les immondices de la capitale, pour les rejeter dans le canal de San-Lazaro. Mexico se trouvant ainsi à l'abri des oscillations de niveau du lac de Texcoco, on va commencer le nouveau réseau d'égouts. Les travaux du drainage une fois terminés, les pompes précédentes serviront à maintenir un courant permanent dans les égouts de la ville, dans le cas où l'on exécuterait des réparations dans le canal ou sous le tunnel.

JAMES GROSCLAUDE,
Ingénieur des Arts et manufactures.

MINES

OURO PRETO ET LES MINES D'OR (BRÉSIL)

(Suite 1.)

2^e PURIFICATION DE L'OR. — La purification de l'or se faisait toujours à la batée (2).

La séparation s'obtenait assez facilement quand la lavée provenait de dépôts d'alluvions, où l'or se rencontrait en grains assez gros et en pépites. Le travail était, au contraire, plus difficile, lorsque l'or se trouvait dans le mélange à un degré plus fin : il était alors nécessaire d'opérer avec beaucoup de soins pour éviter des pertes élevées. Aussi les nègres qui avaient une certaine habileté à manier la batée, étaient-ils très recherchés par les propriétaires de mines.

Pour exécuter ce travail, on creusait une fosse d'environ 1 mètre de profondeur, ordinairement sur le bord de la rivière, non loin des lavoirs ; le nègre chargé de la purification, l'*apurador*, se tenait dans cette fosse, ayant de l'eau jusqu'aux genoux, et mettait dans une batée une poignée de la lavée déposée en tas à côté. Il commençait par en faire une bouillie fine en y ajoutant un peu d'eau et en pétrissant le mélange avec la main ; puis, après une nouvelle addition d'eau, tenant la batée par les bords opposés, il la faisait mouvoir, de manière à imprimer peu à peu à toute la masse un mouvement circulaire. Les parties légères restaient alors en suspension dans l'eau, tandis que les parcelles lourdes s'accumulaient avec l'or au fond de la batée ; pour en faciliter la descente, il avait soin d'accompagner le mouvement de légères secousses données à la batée avec la main gauche. Tant que l'eau était trouble, il en faisait couler un peu au dehors en accentuant l'agitation, de manière à rejeter avec elle quelques parcelles légères ; puis il puisait une nouvelle quantité d'eau dans la fosse, répétant ce double manège jusqu'à ce que l'eau de la batée fût devenue limpide.

La batée ne contenant plus que les sables lourds avec l'or, l'*apurador* passait à la partie délicate de l'opération : il devait, par une rotation plus vive, maintenir en suspension dans l'eau les diverses parcelles lourdes ; ensuite, ralentissant un peu, lorsqu'il jugeait que l'or seul avait eu le temps de se déposer au fond, il inclinait vivement la batée, de manière à faire partir toute l'eau et à étaler la lavée à la surface, les parties plus légères affluant vers le bord. Comme il n'était pas possible d'obtenir une séparation nette entre l'or et la masse stérile, et qu'il se formait une zone intermédiaire due à des

grains d'or fin qui étaient restés en suspension avec les sables les plus lourds, le nègre, maintenant la batée dans sa position inclinée avec la main gauche, puisait un peu d'eau dans le creux de sa main droite et lavait toute la masse étalée vers le bord jusqu'au point où se montraient des parcelles d'or visibles, pour la faire couler dans la fosse. C'est ce que les mineurs appelaient *couper* la lavée. Recueillant dans la batée une nouvelle portion d'eau claire, il répétait cette même manœuvre jusqu'à ce qu'il arrivât à étaler au fond de la batée l'or débarrassé de tout stérile. Avec quelques gouttes d'eau et en frottant de la main, il versait cet or dans un vase de cuivre rempli d'eau, dont le couvercle, en forme de cône creux, percé de trous, était en partie noyé, de sorte que tout l'or était obligé de tomber au fond et se trouvait à l'abri des vols, le propriétaire seul possédant la clef du vase.

Lorsque l'or se présentait en poudre et en grains fins, comme c'était le cas dans les terres boueuses et argileuses, le travail de la batée devenait plus délicat : cet or fin se trouvait, en effet, plus intimement mélangé avec la masse visqueuse, il lui arrivait même de flotter à la surface de l'eau et d'être ainsi facilement entraîné. Pour arriver à le séparer, il fallait exécuter les mouvements de la batée avec plus de lenteur et prendre certaines précautions : lorsque l'*apurador* avait rejeté les eaux troubles et boueuses, ne retenant dans la batée que la masse concentrée, au lieu d'y verser seulement de l'eau pure, dans laquelle l'or fin avait une plus grande tendance à surnager, il ajoutait avec la main un peu d'eau puisée dans un vase où l'on avait fait tremper certaines plantes, dont le suc, mêlé à l'eau, avait la propriété de faire précipiter l'or flottant.

Ce fait, les anciens mineurs l'avaient constaté par une longue expérience ; et encore aujourd'hui, on emploie dans le même but de l'eau où l'on a macéré des feuilles de *maracuja-assu* (*maracuja-grande*), de *jurubeba*, d'*enzota* (*santa-anna*), de *pegadeira* (*matta-pasto*, *herva do vigario*) (1).

Malgré cela, on ne pouvait arriver à une purification complète qu'en perdant une partie de l'or fin ; aussi préférait-on terminer l'opération en versant le contenu de la batée dans un plateau de cuivre, appelé *caco*, de 0^m 15 à 0^m 30 de diamètre, plein de suc de plantes, que l'on manœuvrait comme la batée, mais avec de plus grands soins encore. De plus, pour éviter que la plus grande partie de l'or ne passât directement avec les rejets de la batée dans la fosse, on interposait sur leur passage une autre batée qu'on laissait flotter à la surface de l'eau, et dans laquelle on recueillait tout ce qui s'écoulait de la première ; les dépôts qui s'y étaient accumulés étaient repris à leur tour, et l'on exécutait sur eux le même travail, que l'on répétait deux et même trois fois ; finalement les derniers rejets étaient versés directement dans la fosse (2).

Cependant on ne pouvait empêcher que beaucoup d'or ne s'échappât de la batée avec les rejets, qui formaient des dépôts boueux dans la fosse ; aussi ces boues étaient-elles reprises à la fin de chaque année, ou quand la fosse était trop pleine de boue pour pouvoir y travailler, et en les concentrant et les purifiant, on en retirait encore

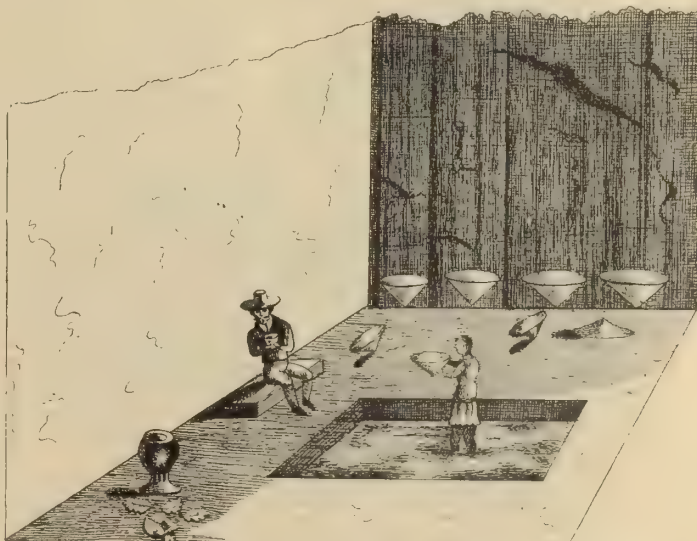


FIG. 1. — Purification de l'or. (Reproduction d'un ancien dessin de Von Eschwege.)

une notable quantité d'or. C'est pour cette raison que les mineurs qui possédaient une exploitation importante, plaçaient de préférence leur fosse de purification à l'intérieur de constructions fermées, aux murs épais. La fosse occupait le milieu d'une salle dallée, et le nègre travaillait dans l'eau sous les yeux du maître ou du feitor chargé de veiller à ce qu'il ne dérobat pas quelques paillettes d'or, en les cachant adroitement dans sa chevelure crépue (fig. 1).

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XVI, n° 43, p. 285 ; n° 44, p. 303 ; n° 45, p. 325 ; n° 46, p. 338 ; n° 47, p. 353, et n° 48, p. 374.

(2) VON ESCHWEGE. *Pluto Brasiliensis*. Reinigung (apuracao) des Goldes in den Bateas.

(1) *Maracuja-assu*, *Passiflora quadrangularis*. *Jurubeba*, *Solanum passiculatum*. *Enzota* et *Pegadeira*, composées du genre *Eupatorium*.

(2) VON ESCHWEGE. *Pluto Brasiliensis*. Amalgamation.

Les boues, retirées de la fosse, étaient versées dans une canoa, d'où on les faisait filer sur des tables à toiles placées à la suite; ce qui s'y déposait était ensuite soumis à la purification à la batée, comme la première fois. Lorsque les boues contenaient surtout de l'or fin, les mineurs avaient imaginé un système compliqué pour les retenir sur les toiles : ils donnaient aux tables une faible pente, pour ralentir la vitesse du courant, et par-dessus ils plaçaient deux rangées de toiles superposées et légèrement écartées l'une de l'autre pour laisser entre elles le passage de l'eau, de sorte que l'or flottant restait accroché aux toiles supérieures; les dépôts obtenus étaient purifiés suivant le procédé habituel.

Tous ces moyens étaient bien peu efficaces pour retenir l'or léger; ce n'est pourtant que dans les derniers temps que les mineurs eurent recours à l'amalgamation pour effectuer les purifications difficiles. Dans la batée contenant les boues déjà concentrées, l'apurador ajoutait un peu de mercure et pétrissait le tout avec la paume de la main; lorsqu'il supposait que l'or avait été entièrement absorbé, il lavait le mélange pour débarrasser l'amalgame de toute impureté, et le versait dans un plat de cuivre, que le mineur plaçait sur des charbons ardents, après l'avoir recouvert d'une large feuille verte de figuier. Le mercure s'évaporait et se condensait en partie contre la feuille, qu'on remplaçait de temps en temps par une nouvelle plus fraîche, tandis qu'on recueillait dans un vase le mercure qui s'y était déposé; après distillation complète, il retirait du feu le plat contenant l'or vierge dans le fond. Ce procédé d'amalgamation était bien rudimentaire et occasionnait des pertes élevées de mercure.

§ 7. Traitement des minerais aurifères. — Lorsque le gîte aurifère était formé par des roches dures, où la présence de paillettes d'or visible avait stimulé les mineurs à surmonter les difficultés de l'exploitation, ceux-ci commençaient par soumettre le minerai extrait à un broyage préalable pour l'amener à l'état de sable fin, auquel ils pussent appliquer leurs procédés de lavage (1).

Le système de broyage employé dans la plupart des mines, était exécuté directement par la main de l'homme. Les esclaves, assis par terre ou sur une pierre, avaient chacun devant eux, entre les jambes, une pierre dure et compacte, morceau de diabase ou de quartzite, sur lequel ils écrasaient le minerai à l'aide d'une masse à manche court dont la tête pesait de 3 à 4 kilogr. Les morceaux de minerai étalés sur l'enclume de pierre, ils les frappaient à petits coups, pour les réduire à l'état de sables plus ou moins fins, qu'ils rejetaient ensuite de côté et en reprenaient une nouvelle quantité.

Les broyés ainsi obtenus étaient de grosseurs inégales, et pour en faire la séparation, ils avaient recours à un moyen bien simple : ils versaient le tout sur un tas de sable en forme de pyramide, de sorte que les fins s'amoncelaient au sommet, tandis que les gros roulaient



Fig. 2. — Nègre broyant le minerai aurifère.

jusqu'au bas. Ces derniers passaient de nouveau au broyage; les fins étaient lavés à la canoa et sur les tables.

Les dépôts des toiles allaient directement à la purification, mais les sables que l'on avait concentrés dans la canoa n'étaient pas assez fins pour en extraire l'or; on leur faisait subir, dans ce but, une pulvérisation complémentaire en les frottant fortement entre deux pierres dures (fig. 2).

On plaçait pour cela, sur des blocs de pierre, une dalle épaisse d'itacolumite compacte, de 20 centimètres carrés, en lui donnant une

inclinaison d'environ 30°. Le nègre chargé du travail de la pulvérisation se tenait à l'arrière, ayant à sa gauche le tas de sable à écraser, et à sa droite une écuelle pleine d'eau; il commençait par déposer sur la pierre une poignée de sable qu'il aspergeait de quelques gouttes d'eau puisées dans l'écuelle, et exécutait ensuite la trituration en frottant la masse avec un autre fragment de pierre dure, diabase ou quartzite, qu'il tenait à deux mains et qu'il promenait ainsi sur la dalle en appuyant de toutes ses forces; en ajoutant de temps en temps un peu d'eau, il arrivait à former une boue fine qui s'écoulait peu à peu vers le bord inférieur de la dalle et tombait dans un plat de bois (gamella) placé au pied pour la recueillir. Ce procédé de porphyrisation était bien efficace, mais fatigant pour l'homme et surtout très lent. Au reste, le broyage à la masse n'était pas non plus très rapide, car chaque nègre produisait en moyenne, par jour, 50 kilogrammes de sable. Malgré cela, les mineurs restèrent longtemps sans chercher à améliorer leur procédé de broyage, et encore de nos jours, on trouve, aux environs d'Ouro-Preto, de petits exploitants qui écrasent leurs minerais de quartz aurifère de la même manière.

Quelques mineurs plus avisés essayèrent d'établir des appareils susceptibles de remplacer le broyage à la main. Entre tous, il convient de signaler un système hydraulique, décrit par Von Eschwege, qui avait été imaginé en prenant comme modèle le travail de porphyrisation exécuté à la main par le nègre (fig. 3). Une grosse dalle de 1^m50

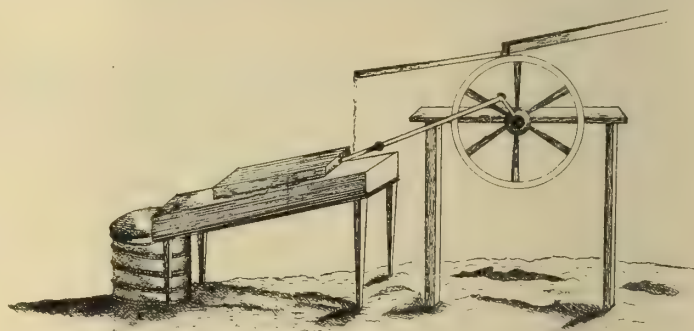


Fig. 3. — Ancien appareil hydraulique pour pulvériser le minerai aurifère. (Reproduction d'un dessin de Von Eschwege.)

environ de longueur et de 0^m75 de largeur reposait sur un châssis en bois incliné; une autre dalle plus petite, moitié moins longue, mais de même largeur, était placée sur la première, sa face lisse en dessous, et un anneau fixé par une charnière à son extrémité supérieure permettait de la relier par une bielle et une manivelle à l'arbre d'une petite roue à augets, reposant sur un bâti en arrière à une distance d'environ 2 mètres du châssis, parallèlement à son petit côté. Un conduit en bois amenait l'eau au-dessus de la roue, qui, par sa rotation, imprimait à la petite dalle un mouvement de va-et-vient identique à la manœuvre exécutée par l'homme. Un nègre versait de temps en temps sur la grande dalle en haut une poignée de sable qu'il humectait l'eau tombant goutte à goutte d'une petite rigole placée à la suite du conduit et l'amenait sous la pierre de broyage, qui la transformait peu à peu en boue fine recueillie au bas dans une batée. Quand la dalle supérieure se trouvait trop usée, on la surchargeait d'une lourde pierre pour qu'elle continuât à frotter les grains assez fortement pour être pulvérisés.

Quel que fût le mode de pulvérisation employé, la boue obtenue était soumise au lavage suivant les procédés déjà décrits.

(A suivre.)

PAUL FERRAND,
Professeur à l'École des Mines d'Ouro-Preto (Brésil).

CHEMINS DE FER

WAGON-ÉCURIE DE LA C^{ie} DE L'EST

Permettant le chargement par bout ou par côtés.

(Planche XXXIV.)

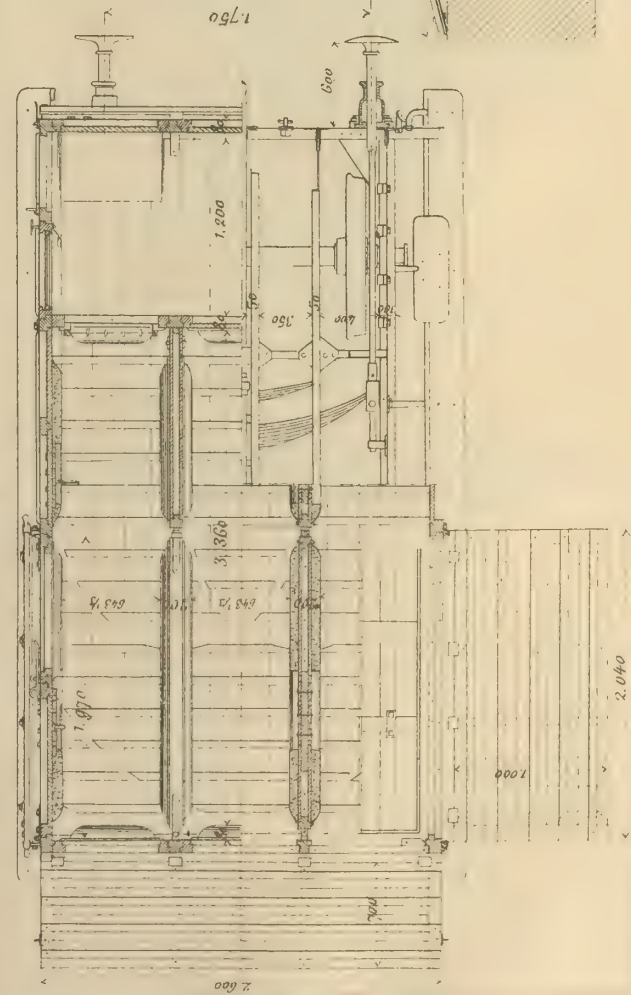
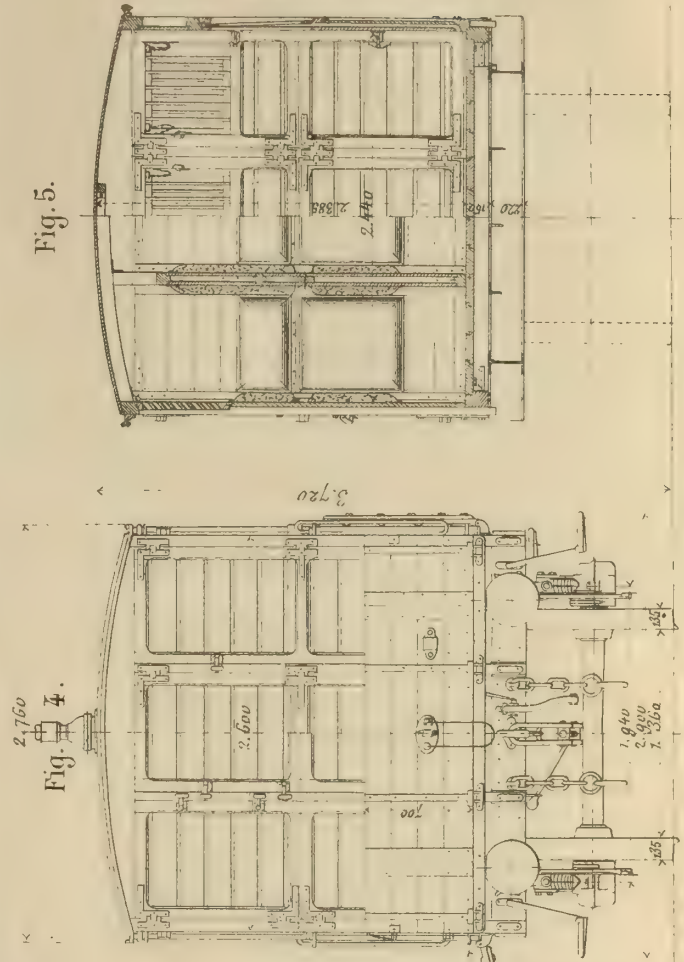
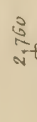
Les wagons-écuries des chemins de fer français sont disposés, soit de façon que le chargement des chevaux s'effectue par le bout du wagon, et alors les stalles sont orientées suivant l'axe longitudinal du véhicule, soit de façon que ce chargement s'opère par côté, et, dans ce cas, les stalles sont placées transversalement à sa longueur.

Les wagons à chargement par bout ne peuvent être utilisés que dans les gares munies de quais spéciaux; les wagons à chargement par côté, au contraire, peuvent se charger et se décharger dans toutes les gares qui possèdent un quai à marchandises. Mais ce dernier type d'écuries présente, d'autre part, des inconvénients sérieux : en effet, en raison de la largeur réduite des wagons (2^m 500 au maxi-

(1) VON ESCHWEGE. *Pluto Brasiliensis*. Pochen und Zerkleinern des goldhaltigen Gesteins.

de la C^{ie} des Chemins de Fer de l'Est
avec entrées par bout et par côté.

Fig. 1.



mum), les stalles transversales ne conviennent pas pour le transport des chevaux de luxe, qui sont, en général, de grande taille; en outre, à chaque arrêt, les chevaux placés transversalement sont projetés contre les parois, ce qui est une cause de fatigue et même d'accidents qu'évite la disposition des écuries en long. Dans celles-ci, en effet, les chevaux sont maintenus à l'avant par une sangle-garde-poitrail, et à l'arrière par une sangle formant reculement. Enfin, par suite du manque de largeur, il est difficile dans les wagons avec stalles en travers, d'établir des mangeoires et des râteliers, et, point plus important encore, il est impossible de ménager devant la tête des chevaux, un compartiment pour le palefrenier, dont la présence est souvent indispensable pour calmer les chevaux et éviter les accidents.

Pour ces raisons, la Compagnie de l'Est a toujours préféré les wagons-écuries avec stalles placées en long; mais, frappée de la sujétion à laquelle ils sont soumis par l'obligation d'opérer le chargement uniquement par bout, elle a étudié le nouveau wagon-écurie dont les plans figuraient à l'Exposition de 1889, dans la classe 61, à la galerie du Palais des Machines; dans ce modèle, le chargement peut, à volonté, se faire, soit par les côtés, soit par bout.

La planche XXXIV permet de se rendre compte de la manière dont ce problème a été résolu, sans rien modifier aux organes destinés au chargement par bout.

Dans chacune des deux parois latérales est ménagée une porte à deux battants, maintenue fermée normalement par une crémone. Contre cette porte, se relève un pont de chargement articulé au brancard de caisse.

Le chargement d'un cheval dans le compartiment placé du côté du quai ne nécessite aucune autre disposition spéciale; il n'en est pas de même pour les deux autres compartiments, dont les cloisons de séparation doivent être mobiles sur une longueur de 1^m 985, de façon à pouvoir s'effacer et à permettre d'y amener les deux chevaux qui doivent les occuper.

Ces cloisons sont mobiles autour de charnières placées à leur extrémité antérieure; elles sont supportées en deux points de leur longueur par des galets qui permettent de les déplacer facilement en les faisant rouler. Après le chargement, elles sont remises en place et maintenues par des broches emmanchées dans des pitons.

Cette disposition de cloisons mobiles est, d'ailleurs, adoptée depuis une dizaine d'années déjà par la Compagnie de l'Est, pour permettre de relever les chevaux tombés en cours de route, sans que l'on soit obligé de démolir les cloisons, ce qui avait dû être fait dans plusieurs circonstances.

Nous n'entrerons pas dans le détail de la construction de ce wagon; nous ferons observer seulement que son châssis est complètement en fer et construit d'après le type admis aujourd'hui par la Compagnie de l'Est d'une manière générale.

Les organes du roulement et de l'attelage, les ressorts de choc et de traction sont conformes aux types adoptés pour le matériel à grande vitesse.

Enfin, ces wagons-écuries sont munis du frein Westinghouse et des appareils d'intercommunication électrique.

R.

MÉCANIQUE

DÉTERMINATION ET EMPLOI

des lignes d'influence des tensions élastiques dans les arcs pleins et les arcs réticulaires articulés aux naissances (1).

ARCS PLEINS

1^{er} Cas de deux articulations.

I. — Une charge mobile P parcourt un arc AB (fig. 1) à deux articulations placées aux naissances.

A toute position D de cette charge, correspond une valeur déterminée de la poussée Q. Si, au-dessous de la corde AB prise comme axe des abscisses, on porte en ordonnée, sur la verticale de D, une longueur dK représentant à une certaine échelle la valeur de Q, le lieu des points K est la *ligne d'influence de la poussée*.

Dans son beau traité de Statique graphique (3^e partie, § 430), M. Maurice Lévy a fait connaître une construction géométrique remarquable de cette courbe à laquelle il a donné le nom de *ligne de poussée*.

Supposons-la tracée en AKB.

Soient maintenant C le centre de gravité d'une section transversale arbitrairement choisie, F le point où cette section rencontre une fibre quelconque donnée.

A toute position D de la charge mobile, répond une valeur déterminée de la tension élastique R, rapportée à l'unité de surface, développée au point F dans la fibre considérée. Si, sur la verticale de D, on porte $dL = R$, à la même échelle que précédemment, au-dessous ou au-dessus de AB selon que R est positif ou négatif, le lieu des points L est la *ligne d'influence de la tension élastique au point F*.

C'est cette ligne que nous nous proposons de construire.

REMARQUE. — Nous avons pris le point F sur une fibre quelconque, afin de laisser à la question toute la généralité qu'elle comporte; mais, dans les applications, il n'y aura lieu de considérer que les fibres extrêmes supérieures et inférieures qui sont les plus fatiguées.

II. — Désignons par :

Ω et I l'aire et le moment d'inertie de la section de centre de gravité C, ρ son rayon de giration autour d'un axe horizontal passant par C;

α l'angle aigu de la normale en C à la ligne moyenne avec la verticale descendante de C, angle qui sera affecté du signe + ou du signe - suivant qu'il se trouvera à gauche ou à droite de cette verticale;

v la distance CF, que nous regarderons comme positive ou comme négative selon que F sera au-dessous ou au-dessus de C.

Construisons un point J tel que

$$CF \times CJ = -\rho^2,$$

ou, en représentant par t la distance CJ, positive au-dessous de C, négative au-dessus,

$$v \times t = -\rho^2. \quad [1]$$

On voit que J n'est autre chose que le transformé de F par rayons

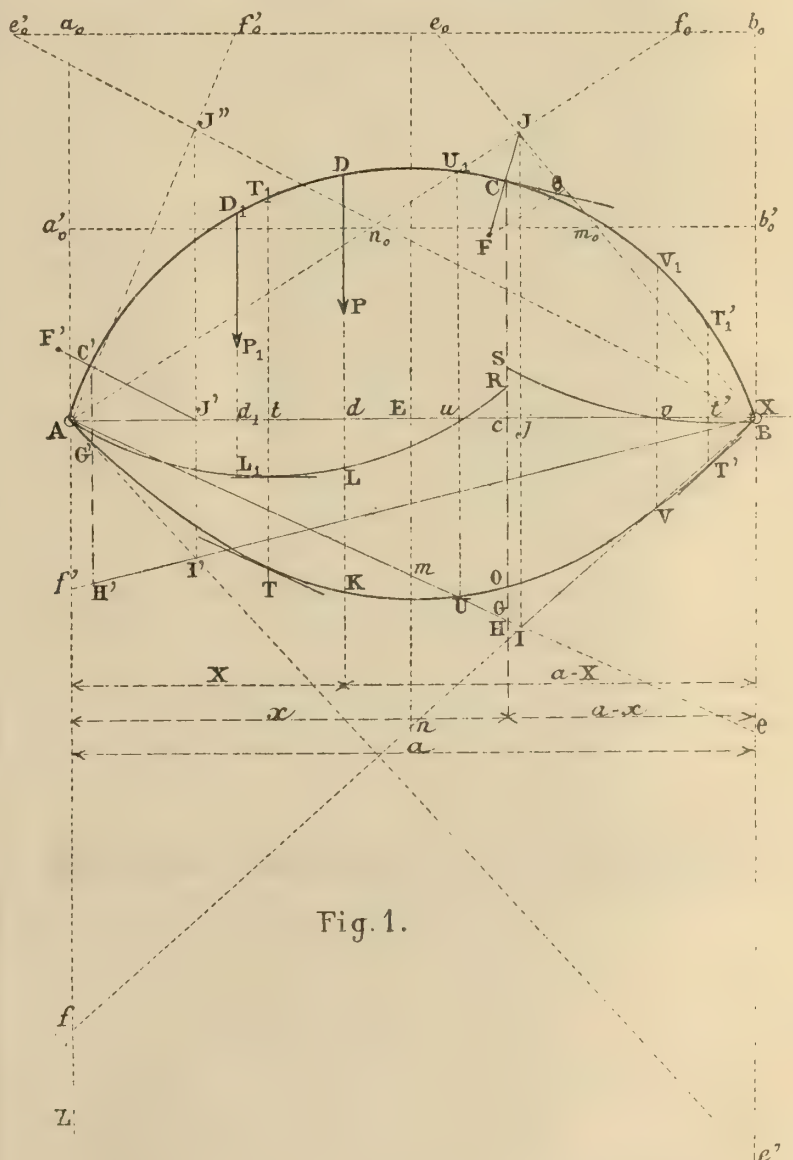


Fig. 1.

vecteurs réciproques, relativement à C considéré comme pôle de transformation.

Nous appellerons le point J *point réciproque* de F.

Pour le déterminer géométriquement, il suffit de porter sur la tangente en C à la ligne moyenne, $C\theta = \rho$, de joindre $F\theta$ et de mener à cette droite une perpendiculaire en θ , laquelle rencontre FC au point J cherché.

Si on désigne par x et y les coordonnées du point C rapportées à la corde AB comme axe des abscisses positives et à la verticale descen-

(1) Dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences les 6 août 1888 et 7 janvier 1889, et publié par la Société des Ingénieurs civils (Bulletins d'août 1888 et de mars 1889), nous avons donné une solution graphique directe du problème de la détermination des lignes d'influence des tensions élastiques dans les arcs pleins et les arcs réticulaires encastrés aux naissances. La méthode employée est différente de celle que nous exposons ici pour les arcs articulés aux naissances.

dante du point A comme axe des ordonnées positives, et par ξ et η les coordonnées de J relativement aux mêmes axes, on a

$$[2] \quad \xi = x - t \sin \alpha, \quad \eta = y + t \cos \alpha.$$

III. — Cela posé, soient :

M et N le moment fléchissant et la tension longitudinale totale produits dans la section C lorsque le mobile P occupe une position quelconque D;

M' et N' les quantités de même nature qui seraient développées dans cette section si l'arc reposait librement sur ses appuis, c'est-à-dire s'il était sans poussée.

La tension élastique par unité de surface au point F a pour expression connue

$$R = \frac{\nu M}{I} - \frac{N}{\Omega};$$

mais

$$I = \Omega r^2,$$

ou, à cause de [1];

$$I = -\Omega \nu t;$$

en substituant dans l'expression de R, il vient

$$[3] \quad R = -\frac{1}{\Omega t} (M + N t)$$

D'autre part, le principe de la superposition des effets de forces donne

$$[4] \quad M = M' - Q y,$$

$$[5] \quad N = N' - Q \cos \alpha \quad (1).$$

Or, tant que le point d'application D de la charge P est situé entre A et C, on a, en désignant par a la portée de l'arc et par X l'abscisse de D,

$$M' = -P \frac{X}{a} (a - x), \quad N' = -P \frac{X}{a} \sin \alpha;$$

et, lorsque la charge mobile se trouve entre C et B,

$$M' = -P \frac{a - X}{a} x, \quad N' = +P \frac{a - X}{a} \sin \alpha.$$

Portant ces valeurs de M' et de N' dans [4] et [5] et substituant dans [3] les valeurs de M et de N ainsi obtenues, il vient :

1° Quand la charge se trouve entre A et C,

$$[6] \quad R \frac{\Omega t}{y + t \cos \alpha} = Q + P \frac{a - (x - t \sin \alpha)}{y + t \cos \alpha} \times \quad ;$$

2° Quand la charge se trouve entre C et B,

$$[7] \quad R \frac{\Omega t}{y + t \cos \alpha} = Q + P \frac{x - t \sin \alpha}{y + t \cos \alpha} \times \frac{a - X}{a};$$

ou, à cause des relations [2],

$$[6'] \quad R \frac{\Omega t}{\eta} = Q + P \frac{a - \xi}{\eta} \times \frac{X}{a},$$

$$[7'] \quad R \frac{\Omega t}{\eta} = Q + P \frac{\xi}{\eta} \times \frac{a - X}{a}.$$

Dans ces équations, ξ et η sont des constantes pour le point F considéré, en sorte que R n'est fonction que de X et de Q; cette dernière quantité est d'ailleurs elle-même une fonction de X, dont les variations sont représentées par la ligne de poussée.

Si donc on construit une courbe ayant pour abscisses les valeurs de X et pour ordonnées les valeurs correspondantes de R, cette courbe sera la ligne d'influence de la tension élastique par unité de surface au point F.

Au lieu de prendre pour ordonnées la quantité R, nous prendrons la quantité proportionnelle $R \frac{\Omega t}{\eta}$ (2).

D'après [6'] et [7'], ces nouvelles ordonnées sont égales aux différences entre les ordonnées Q de la ligne de poussée et les ordonnées correspondantes Z de deux droites ayant respectivement pour équations, relativement aux axes AX et AZ :

1° Pour la partie d'arc AC,

$$[8] \quad Z = -P \frac{a - \xi}{\eta} \times \frac{X}{a};$$

2° Pour la partie d'arc CB,

$$[9] \quad Z = -P \frac{\xi}{\eta} \times \frac{a - X}{a}.$$

On vérifie facilement :

(1) Les signes des moments fléchissants et des tensions longitudinales entrant dans ces formules résultent des conventions suivantes : Les forces extérieures considérées dans l'évaluation de ces quantités sont celles agissant à droite de la section C; le sens positif des moments est celui de la rotation des aiguilles d'une montre; les N sont comptés positivement de C vers B et négativement de B vers C.

Une valeur de R positive répond à une compression, une valeur de R négative, à une extension.

(2) On remarquera que R étant une tension rapportée à l'unité de surface, Ω , une surface, t et η , des longueurs, la quantité $R \frac{\Omega t}{\eta}$ doit être considérée comme une force.

1° Que ces deux droites se coupent en un point I situé sur la verticale de J;

2° Que la droite [8] est issue de la rotule A, et que son prolongement coupe la verticale de B en un point e tel que

$$Be = -P \frac{a - \xi}{\eta};$$

3° Que la droite [9] est issue de la rotule B, et que son prolongement coupe la verticale de A en un point f tel que

$$Af = -P \frac{\xi}{\eta}.$$

Pour construire ces deux droites, il suffit de déterminer préalablement les longueurs Be et Af.

A cet effet, menons une horizontale $a_0 b_0$ au-dessus de la corde AB de l'arc et à une distance de cette corde représentant P à l'échelle des forces adoptée pour le tracé de la ligne de poussée; tirons les droites BJ et AJ et prolongeons-les jusqu'à leurs intersections e_0 et f_0 avec $a_0 b_0$.

Puis, faisons la convention suivante : le segment $b_0 e_0$ sera positif ou négatif, selon que e_0 sera à gauche ou à droite de b_0 ; et le segment $a_0 f_0$ sera positif ou négatif, suivant que f_0 sera à droite ou à gauche de a_0 .

Cela posé, on démontre aisément par la considération des triangles semblables $B b_0 e_0$ et $J j B$ d'une part, $A a_0 f_0$ et $J j A$ d'autre part, que l'on a, en grandeur et en signe,

$$b_0 e_0 = -P \frac{a - \xi}{\eta} = Be, \quad a_0 f_0 = -P \frac{\xi}{\eta} = Af.$$

Les longueurs Be et Af étant maintenant connues, les droites [8] et [9] le sont aussi.

Nous ne conservons bien entendu que les parties AG et BH de ces droites, correspondantes respectivement aux tronçons d'arc AC et CB.

Dès lors, les ordonnées Q — Z de la ligne d'influence de la quantité $R \frac{\Omega t}{\eta}$ sont représentées sur l'épure par les segments de verticales compris entre le contour brisé AGHB et la ligne de poussée AKB.

En reportant ces segments au-dessous ou au-dessus de la corde AB, suivant qu'il sont situés au-dessous ou au-dessus du contour brisé, on obtient la ligne d'influence cherchée ALRSB.

En résumé, la ligne de poussée étant supposée tracée, ainsi que la droite $a_0 b_0$, la construction de la ligne d'influence de la quantité $R \frac{\Omega t}{\eta}$ afférente à un point F arbitrairement choisi sur une fibre quelconque, n'exige que les opérations simples suivantes :

Construire le point réciproque J du point F; tirer les deux droites $B j e_0$, $A j f_0$; porter $Be = b_0 e_0$, $Af = a_0 f_0$, en ayant égard aux conventions sur les signes; mener les droites Ae et Bf qui devront se couper en un point I situé sur la verticale de J, et ne conserver que les parties AG et BH de ces lignes; enfin, porter en ordonnées, à partir de AB et dans le sens indiqué précédemment, les segments de verticales compris entre le contour brisé AGHB et la ligne de poussée.

REMARQUE I. — La connaissance d'une des deux droites Ae et Bf entraîne celle de l'autre, puisque le point d'intersection I de ces droites se trouve sur la verticale de J. On pourra donc se borner à déterminer un seul des deux segments $b_0 e_0$ et $a_0 f_0$. Cette remarque trouve son application dans le cas où l'un des deux points e_0 et f_0 est rejeté en dehors des limites de l'épure.

REMARQUE II. — On peut, pour la construction des droites Ae et Bf, remplacer la détermination des ordonnées Be et Af par celle des ordonnées Em et En correspondantes au milieu E de la corde de l'arc. A cet effet, on mènera $a'_0 b'_0$ parallèle à AB et à une distance représentant $\frac{P}{2}$ à l'échelle des forces; il est clair que cette parallèle coupera

BJ et AJ en deux points m_0 et n_0 tels que

$$b'_0 m_0 = Em, \quad a'_0 n_0 = En.$$

IV. — Cas particulier. — Près des retombées, il existe, dans différentes fibres, certains points dont les réciproques sont situés sur la corde de l'arc. Soit F' l'un d'eux, J' son réciproque (fig. 1).

Pour un tel point, la méthode précédemment exposée est en défaut: en effet J' est alors nul et les équations [6'] et [7'] se présentent par suite sous la forme illusoire :

$$\infty = \infty.$$

Si dans ces équations on chasse le dénominateur η et si on fait ensuite $\eta = 0$, il vient :

1° Si la charge se trouve entre A et C,

$$[6''] \quad R \Omega t = P (a - \xi) \frac{X}{a},$$

2° Si la charge se trouve entre C' et B,

$$[7''] \quad R\Omega t = P\xi \frac{a-X}{a},$$

où ξ est l'abscisse du point J'.

Q ayant disparu, on voit que la ligne d'influence de R est indépendante de la poussée.

Si on désigne par λ une longueur arbitrairement choisie, positive ou négative, on peut écrire :

$$[6'''] \quad -R \frac{\Omega t}{\lambda} = -P \frac{a-\xi}{\lambda} \times \frac{X}{a},$$

$$[7'''] \quad -R \frac{\Omega t}{\lambda} = -P \frac{\xi}{\lambda} \times \frac{a-X}{a}.$$

C'est la ligne d'influence de la quantité $-R \frac{\Omega t}{\lambda}$ proportionnelle à R que nous allons construire.

Les équations [6'''] et [7'''] montrent que cette ligne se compose de deux droites correspondantes aux tronçons AC' et C'B, et dont les équations

$$[8'] \quad Z = -P \frac{a-\xi}{\lambda} \times \frac{X}{a},$$

$$[9'] \quad Z = -P \frac{\xi}{\lambda} \times \frac{a-X}{a},$$

ne diffèrent de celles [8] et [9] du cas général, que par la substitution de λ à η .

Ces droites se construiront donc comme il a été indiqué pour celles [8] et [9], savoir :

On portera $J'J'' = \lambda$, au-dessous ou au-dessus de AB, suivant que λ sera positif ou négatif; on tirera $AJ''o'f'o$, $BJ''o'e'o$, puis on portera, dans le sens qui résulte des conventions sur les signes, $Be' = b_o'e'o$, $Af' = a_o'f'o$; enfin, on joindra Ae' et Bf' qui devront se couper sur la verticale de J' et on ne conservera que les parties AG' et BH' de ces droites.

Le contour brisé AG'H'B sera la ligne d'influence de la quantité $-R \frac{\Omega t}{\lambda}$.

V. — *Position la plus défavorable d'une charge mobile unique.* — Les positions dans lesquelles une charge mobile unique détermine, au point F considéré, les maximums et les minimums de

$$R \frac{\Omega t}{\eta} = Q - Z,$$

c'est-à-dire de R, répondent à des valeurs de X données par l'équation

$$\frac{dQ}{dX} - \frac{dZ}{dX} = 0,$$

ou

$$\frac{dQ}{dX} = \frac{dZ}{dX}.$$

Or $\frac{dQ}{dX}$ est le coefficient angulaire de la tangente à la ligne de poussée, tandis que $\frac{dZ}{dX}$ est le coefficient angulaire soit de la droite AG soit de la droite BH.

Donc :

Les abscisses des points de contact des tangentes à la ligne de poussée, menées parallèlement aux droites AG et BH, définissent les positions de la charge mobile unique, auxquelles répondent les maximums et les minimums de R; de plus, les segments de verticales compris ces points de contact et le contour brisé AGHB, représentent les valeurs des produits de ces maximums ou minimums par le coefficient constant $\frac{\Omega t}{\eta}$.

Il convient de remarquer que cette règle ne donne que les maximums et les minimums de R considéré comme une fonction continue de X; cette fonction présentant une discontinuité au point C, il faudra, pour avoir le maximum absolu de R, comparer les maximums algébriques non-seulement entre eux, mais encore avec les valeurs que prend R lorsque la charge mobile passe en C.

VI. — *Position la plus défavorable d'un convoi.* — La ligne d'influence de la quantité $R \frac{\Omega t}{\eta}$ proportionnelle à R, étant construite comme nous l'avons indiqué précédemment, la position la plus défavorable d'un convoi quelconque se déterminera sans difficulté par l'application des règles générales données par M. Maurice Lévy (1).

On pourra également faire usage du procédé suivant :

Désignons par $\frac{1}{f}$ l'échelle des forces adoptée pour le tracé de la ligne d'influence ALRSB (fig. 1) de la quantité $R \frac{\Omega t}{\eta}$ relative au point F et correspondante à une charge d'intensité P; f est la valeur en kilogrammes de la force représentée sur l'épure par une longueur de 1 mètre.

Considérons d'abord une seule des charges du convoi; soit P_1 son intensité, D_1 son point d'application, d_1L_1 la longueur de l'ordonnée correspondante de la ligne d'influence, lue en mètres sur l'épure (fig. 1).

La valeur de $R \frac{\Omega t}{\eta}$ due à la charge P_1 est évidemment

$$R \frac{\Omega t}{\eta} = \frac{P_1}{P} \frac{d_1L_1}{L_1} \times f;$$

posons

$$f_1 = \frac{P_1}{P} f;$$

il vient

$$R \frac{\Omega t}{\eta} = d_1L_1 \times f_1.$$

On peut donc dire que d_1L_1 représente, à l'échelle $\frac{1}{f_1}$, la quantité $R \frac{\Omega t}{\eta}$.

Il est facile de graduer une bande de papier suivant l'échelle $\frac{1}{f_1}$; cette échelle est telle qu'une force de f_1 kilogrammes répond à une longueur brute de 1 mètre, prise sur la bande de papier.

Une simple lecture des ordonnées telles que d_1L_1 , au moyen de cette bande graduée, donnera la valeur de $d_1L_1 \times f_1$, c'est-à-dire de $R \frac{\Omega t}{\eta}$, pour une position quelconque de la charge P_1 .

Considérons maintenant le convoi entier :

Nous le supposons formé de 5 charges seulement $P_1 P_2 \dots P_5$, afin de simplifier l'exposé (fig. 2).

Découpons une feuille de carton mince suivant le contour $\alpha_1\beta_1\gamma_1\delta_1$

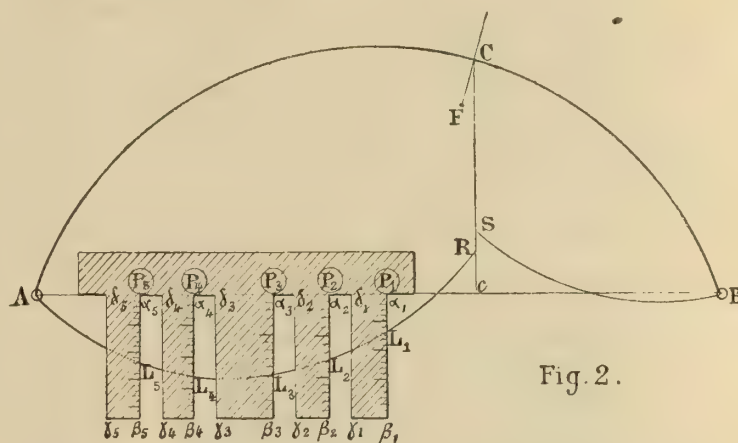


Fig. 2.

$\alpha_2\beta_2\gamma_2\delta_2 \dots \alpha_5\beta_5\gamma_5\delta_5$, dont les côtés $\alpha_1\beta_1, \alpha_2\beta_2, \dots \alpha_5\beta_5$ coïncident avec les verticales des essieux du convoi, et dont les côtés $\delta_1\alpha_2, \delta_2\alpha_3, \dots \delta_4\alpha_5$ sont situés sur une même horizontale; les autres côtés sont d'ailleurs quelconques.

Puis, graduons les côtés $\alpha_1\beta_1, \alpha_2\beta_2, \dots \alpha_5\beta_5$, à partir des points $\alpha_1, \alpha_2, \dots \alpha_5$, suivant les échelles respectives

$$\frac{1}{f_1} = \frac{P}{P_1} \times \frac{1}{f}, \quad \frac{1}{f_2} = \frac{P}{P_2} \times \frac{1}{f}, \dots \frac{1}{f_5} = \frac{P}{P_5} \times \frac{1}{f}.$$

Si on applique le gabarit ainsi constitué, de manière que les points $\alpha_1\alpha_2 \dots \alpha_5$ coïncident avec la corde AB, on aura évidemment, en désignant par $z_1, z_2, \dots z_5$, les ordonnées $\alpha_1L_1, \alpha_2L_2, \dots \alpha_5L_5$ lues au moyen des échelles marquées sur les côtés $\alpha_1\beta_1, \alpha_2\beta_2, \dots \alpha_5\beta_5$,

$$R \frac{\Omega t}{\eta} = z_1 + z_2 + \dots z_5.$$

Ainsi, quelques lectures suivies d'une addition, donnent la valeur de $R \frac{\Omega t}{\eta}$ correspondante à une position quelconque du convoi.

Cela posé, pour déterminer le maximum de $R \frac{\Omega t}{\eta}$, et par suite celui de R, on placera le gabarit dans la position qui, au jugé, paraît répondre à ce maximum; on cherchera la valeur de $R \frac{\Omega t}{\eta}$ correspondante, ainsi qu'il vient d'être dit.

Puis on déplacera un peu le gabarit dans un sens quelconque.

Si la valeur de $R \frac{\Omega t}{\eta}$ correspondante à cette nouvelle position est supérieure à la première, on continuera à déplacer le gabarit dans le même sens jusqu'à ce qu'on parvienne à une valeur de $R \frac{\Omega t}{\eta}$ inférieure à celle immédiatement précédente. Ces deux dernières valeurs comprendront le maximum cherché, qu'on obtiendra par quelques tâtonnements méthodiquement conduits.

Si, après le premier déplacement, on tombait sur une valeur de $R \frac{\Omega t}{\eta}$ inférieure à la première, il faudrait essayer un déplacement en sens inverse. Nous n'insisterons pas davantage.

(1) STATIQUE GRAPHIQUE (II^e partie; chapitre II) : Des lignes d'influence et de leur emploi dans le problème général de la recherche des positions dangereuses d'un convoi.

On ne devra pas s'attacher à déterminer la position mathématique du convoi qui répond au maximum. Une valeur voisine suffit d'autant mieux que, d'une part, la fonction $R \frac{\Omega t}{\eta}$ varie en général assez lentement autour de son maximum, et que, d'autre part, il n'y a pas lieu de chercher à atteindre un degré d'approximation que ne comportent ni les hypothèses fondamentales de la résistance des matériaux, ni les autres hypothèses qu'entraîne implicitement l'application de cette science aux constructions.

On remarquera que le nombre d'échelles différentes à tracer sur le gabarit est ordinairement assez restreint. Par exemple, si on considère un train formé des plus lourdes locomotives de la Compagnie des chemins de fer du Midi, les poids sont de 13^t5 — 13^t5 — 14^t3 et 13^t2 pour les essieux de la machine et de 10 tonnes pour chacun des deux essieux du tender; il y a donc quatre poids différents et, par suite, quatre échelles différentes à tracer seulement.

Le même gabarit sert pour toutes les lignes d'influence qu'on peut avoir à considérer.

On peut, si on veut, le remplacer par les mêmes échelles, tracées suivant les mêmes dispositions, sur une feuille de papier à calquer.

VII. — *Position la plus défavorable d'une charge répartie.* — La ligne de poussée et les droites AG et BH (fig. 4) font connaître immédiatement les zones de l'arc sur lesquelles il convient d'appliquer une charge répartie pour produire au point F considéré le maximum de R.

Ainsi, U_1 et V_1 étant les points de l'arc situés sur les verticales des points d'intersection U et V des droites AG et BH avec la ligne de poussée, la figure montre que toute charge appliquée dans les zones AU_1 et BV_1 détermine en F une valeur de R positive (compression), tandis que toute charge appliquée dans la zone complémentaire U_1V_1 détermine une valeur de R négative (extension). Le maximum positif de R sera donc atteint lorsque la charge répartie régnera simultanément sur les zones AU_1 et BV_1 ; le maximum négatif aura lieu quand elle régnera sur la zone U_1V_1 .

On voit aisément que si la charge donnée est uniformément répartie suivant la corde de l'arc, les maxima de R ont pour expressions

$$\text{Maximum positif} = \frac{p}{P} \times \frac{\Omega t}{\eta} (\text{aire ATU} + \text{aire BTV}),$$

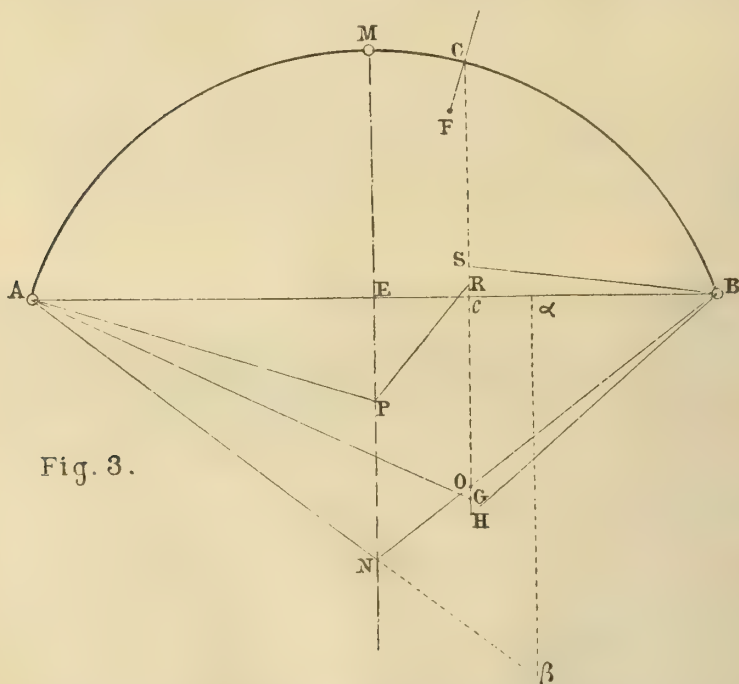
$$\text{Maximum négatif} = \frac{p}{P} \times \frac{\Omega t}{\eta} (\text{aire UGHVO}),$$

p désignant la charge rapportée au mètre courant de corde.

La solution qui précède nous paraît plus avantageuse au point de vue des applications, que celle de M. Winkler (1), parce que la ligne de poussée se trace plus rapidement que la ligne d'intersection des réactions, et donne, en outre, par les aires comprises entre elle et les contours brisés tels que AGHB, une représentation graphique immédiate des valeurs des tensions élastiques maxima aux divers points de l'arc.

2° Cas de trois articulations.

VIII. — Il va de soi que la méthode exposée plus haut s'applique au



tracé des lignes d'influence des tensions élastiques dans les arcs articulés aux naissances et à la clef.

La construction des contours brisés tels que AGHB, reste exactement celle que nous avons indiquée.

La ligne de poussée change seule de forme; on reconnaît facilement qu'elle devient statiquement déterminée et se compose de deux droites AN et BN (fig. 3) se coupant sur la verticale de l'articulation de la clef, en un point dont l'ordonnée EN représente, à l'échelle des forces, la quantité

$$\frac{Pa}{4f'}$$

f désignant la flèche et a l'ouverture de l'arc.

On voit immédiatement que, pour construire cette ligne de poussée, il suffit de porter $A\alpha = 2f$, et de mener en α une ordonnée $\alpha\beta$ représentant P à l'échelle des forces: le point β appartient à la droite AN ou à son prolongement; le reste de la construction est évident.

Le contour brisé AGHB et la ligne de poussée ANB étant tracés, la ligne d'influence APRSB de la quantité $R \frac{\Omega t}{\eta}$ s'ensuit immédiatement.

Les indications données aux numéros 4, 5, 6 et 7 s'appliquent évidemment à l'arc à trois articulations. On remarquera toutefois que la recherche de la position la plus défavorable d'une charge unique se simplifie, parce que, la ligne de poussée étant ici composée de deux droites, la fonction $R \frac{\Omega t}{\eta}$ ne présente pas de maximum analytique.

BERTRAND DE FONTVOLIANT,

Ingenieur à la Compagnie des Fines-Lille,
Répétiteur de mécanique à l'Ecole Centrale.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LA BRASSERIE A L'EXPOSITION DE 1889

Depuis quelques années, la consommation de la bière tend à prendre un développement considérable, non pas seulement comme boisson de luxe et d'agrément, mais aussi comme consommation courante, sans cependant atteindre, à beaucoup près, celle de l'Allemagne.

Néanmoins, depuis l'Exposition de la Brasserie française en septembre et octobre 1887, à Paris, dont il a été rendu compte dans le *Génie Civil* (1), nous avons remarqué chez nos brasseurs français de grands progrès accomplis dans leur fabrication, et chez nos principaux constructeurs d'appareils de brasserie, de sérieux perfectionnements apportés dans l'outillage. Nous nous proposons de passer ici rapidement en revue les appareils les plus récents, employés aujourd'hui dans notre industrie nationale, qui figuraient à l'Exposition universelle de 1889.

M. Henri Carpentier est un de ceux qui ont le plus contribué à l'amélioration et au perfectionnement que nous venons de signaler. Il exposait, entre autres appareils: un dégermeur-nettoyeur, une cuve-matière carrée à double enveloppe; un reverdoir; une cuve pour l'oxygénation et le refroidissement des moûts, à l'abri des germes de l'air, et des chaudières de cuisson.

Le dégermeur-nettoyeur est un appareil destiné, comme son nom l'indique, à dégermer et nettoyer le grain touraillé avant son passage à la cuve-matière. Il est composé d'un broyeur et d'une bluterie brosse qui a pour objet d'enlever les impuretés et les germes du grain.

La cuve-matière carrée est entièrement métallique, avec double enveloppe pour circulation de vapeur sur les quatre côtés et sous la surface entière du fond, de manière à maintenir les trempes à la température voulue pendant le vaguage comme pendant les repos, et permettant même de faire monter la température. Cette double enveloppe peut être entretenue pour fonctionner avec de la vapeur sous pression; dans ce cas, elle est munie des appareils de sûreté nécessaires. Le plus souvent, la double enveloppe ne reçoit que la vapeur s'échappant de la machine ou un petit filet de vapeur vive, plus que suffisant pour maintenir la température voulue.

La cuve repose sur cinq fûts de colonnes en fonte, la maintenant au-dessus du sol, et permettant l'accès facile et le nettoyage de toute la tuyauterie. Des douilles rivées à l'enveloppe extérieure reçoivent à volonté des corbeaux en fer forgé supportant une banquette circulaire à hauteur voulue. Une trappe à drèche, traversant la double enveloppe, permet la sortie facile des drèches épuisées. Un robinet en bronze pour *Dickmaische*, à forte section absolument cylindrique, avec ou sans raccord à manettes, offre aux matières épaisses un passage facile ne pouvant s'obstruer.

Le couvercle de cette cuve est bombé, en tôle emboutie, guidé par quatre tringles verticales, avec quatre anneaux pour chaînettes d'enlèvement. Un arroseur ou croix écossaise est adapté au couvercle; il est formé de quatre pommes d'arrosoir en cuivre rouge avec tuyaux à bouchons démontables, amenant l'eau chaude venant d'un raccord central, communiquant par un tube en caoutchouc flexible avec la chaudière aux trempes de lavage. Tout ce système étant fixé au couvercle, s'enlève en même temps que lui et est toujours prêt à fonctionner par la simple ouverture d'un robinet.

Dans cette cuve, il y a quatre caissons séparés à fond concave; quatre faux fonds à perforation fine et grande surface avec vis d'arrêt; quatre tuyaux d'écoulement en cuivre, mettant les faux fonds en communication avec le distributeur du faux bucq et les robinets

(1) Voir J. RÉSAL. *Ponts métalliques*, p. 524.

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XI, n° 24, p. 403, et n° 26, p. 439.

d'écoulement; puis quatre robinets d'écoulement, en bronze, à trou rond, à nez courbe démontable. Un distributeur à cinq tubulures fait communiquer le faux bucq avec le dessous des quatre faux fonds.

Enfin, il y a un vagueur mécanique avec changement de marche permettant d'établir automatiquement, sans aucun mécanisme, l'in-

Le moût clair étant soutiré, les lies sont retirées par une large tubulure placée au point le plus bas du fond de la cuve.

Cet appareil a pour avantages : de refroidir les moûts à l'abri des germes nuisibles de l'air ; de supprimer la longue station de la bière sur les bacs, de gagner le temps du passage des moûts au Baudelot et

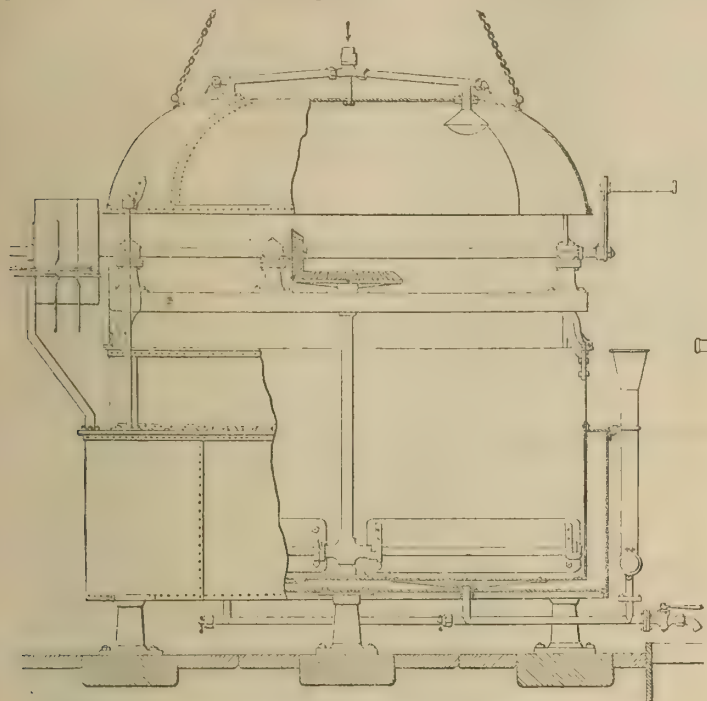


FIG. 1. — Demi-élévation et demi-coupe d'une cuve-matière carrée.

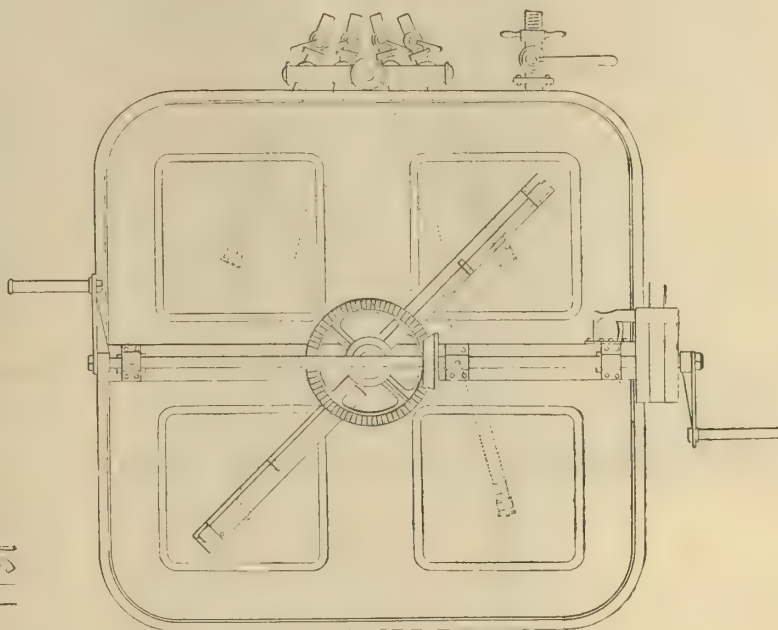


FIG. 2. — Plan d'une cuve-matière carrée.

clinaison variable des ailes, qui sont couchées, et ne présentant que leur tranche tant que les matières sont épaisses, de manière à ne pas exiger une trop grande force à la machine motrice, et se relevant verticalement, lorsque la masse est plus fluide, pour produire leur maximum d'effet.

L'emploi de ce vagueur dans une cuve carrée remplace les anciens systèmes à griffes et mouvements multiples, rend inutiles les briselles et prend peu de force.

La cuve pour l'oxygénation et le refroidissement des moûts remplace les bacs rafraichisseurs ; elle est disposée de façon à recevoir les moûts bouillants, à l'abri du contact de l'air. Cette cuve (fig. 3), entièrement métallique, a la forme d'un demi-cylindre couché ; elle est fermée par un couvercle à joint hydraulique s'enlevant à l'aide de quatre chaînettes.

A l'intérieur se trouve un arbre portant un certain nombre de disques percés de larges trous ; l'arbre et ses disques sont animés d'un mouvement de rotation.

La cuve proprement dite est entourée par une double enveloppe par un joint mobile, garnie de chicanes.

Les moûts bouillants sont introduits dans la cuve ; on laisse descendre le couvercle dans sa rainure, et on met les disques en mouvement. De l'air, préalablement stérilisé et fortement refroidi, est introduit par l'une des extrémités du couvercle, et on lance dans la double enveloppe un courant de liquide incongelable. De cette manière, les moûts sont simultanément oxygénés par le courant d'air et refroidis par le liquide réfrigérant ; cette double et rapide action se passe à l'abri de l'air ambiant chargé de germes nuisibles.

Puis les disques sont arrêtés et le moût, refroidi au degré voulu, reste immobile ; les lies tombent au fond de la cuve. On décante alors le moût par des tubulures placées à des hauteurs convenables.

de supprimer la dépense d'eau qu'entraîne l'emploi des réfrigérants ordinaires.

La chaudière de cuisson a ceci de particulier qu'elle fonctionne sans vapeur, à la pression même du générateur, avec rentrée directe des vapeurs condensées.

Les machines à glace, système Raoult Pictet, sont employées aujourd'hui dans bon nombre de brasseries pour le refroidissement des cuves de fermentation et aussi des cuves de conserve. Nous ne reviendrons pas ici sur la description du procédé particulier à la brasserie, qui

a été donnée précédemment dans le *Génie Civil* ⁽¹⁾. De même pour l'appareil de W. Kuhn ⁽²⁾ pour la stérilisation pastorienne de la bière et autres liquides fermentescibles, appliqué à l'expédition en fûts.

Le *Génie Civil* ⁽³⁾ ayant également déjà donné une description de la machine à glace, du système Fixary, construite par la Société des constructions mécaniques spéciales, nous nous bornerons à décrire ici les divers appareils formant une installation complète (fig. 4), c'est-à-dire le compresseur A, le condenseur ou liquéfacteur B, et le congélateur ou évaporateur D.

La pompe de compression A aspire le gaz ammoniac anhydre liquéfié dans le congélateur D et le refoule dans le condenseur B, où, avant de se répandre

dans les serpentins, il traverse un appareil dit épurateur ou séparateur d'huile. Les parcelles d'huile entraînées avec le gaz hors de la pompe se séparent et tombent dans le bas du récipient C, divisé en deux compartiments, tandis que le gaz purifié et séparé de l'huile traverse les serpentins du condenseur, où il se liquéfie sous la pression de la pompe et sous l'action de l'eau froide en circulation.

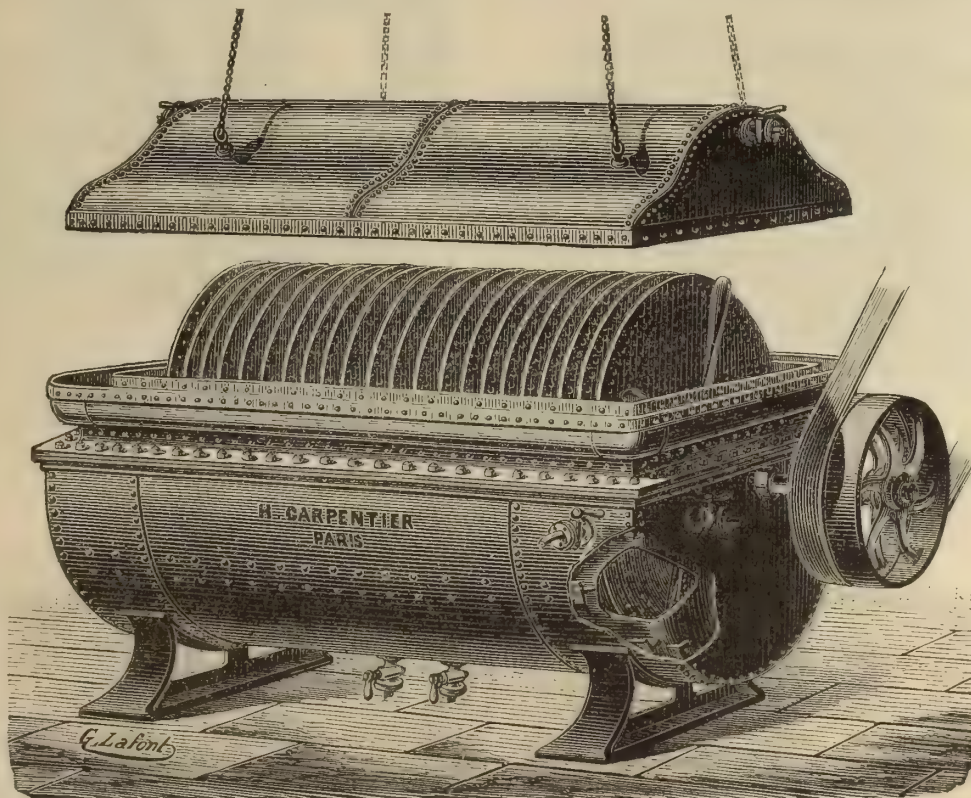


FIG. 3. — Cuve pour l'oxygénation et le refroidissement des moûts.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 48, p. 394.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 42, p. 243.

(3) Voir le *Génie Civil*, tome IX, n° 48, p. 283.

L'ammoniaque liquéfié est recueilli dans le compartiment supérieur du récipient C et amené de là au robinet détenteur et régulateur R, d'où il repasse à l'état gazeux dans les serpentins du congélateur D, en produisant un froid intense. Du congélateur, le gaz détendu revient par le tuyau d'aspiration H à la pompe d'aspiration A, pour être de nouveau comprimé, liquéfié et détendu dans une circulation continue.

L'huile lourde, séparée du gaz et amenée dans le compartiment inférieur du récipient C, est ramenée automatiquement, par un petit tuyau, au-dessous des pistons, dans le bas du compresseur, où elle forme joint hydraulique, assure le graissage méthodique de tous les organes de la pompe, et s'oppose aux fuites à travers les presse-étoupes.

La pompe de compression (fig. 5), se compose de deux corps verticaux A. Chaque corps possède à la partie supérieure une soupape d'aspiration B et une soupape de refoulement C, qui servent à aspirer le gaz dans le congélateur pour le refouler dans le condenseur. Le gaz ammoniac n'arrive donc que sur le dessus des pistons qui travaillent à simple effet. La disposition verticale permet de maintenir constamment au-dessus des pistons une couche d'huile de quelques millimètres, de sorte que, lorsqu'ils arrivent alternativement en haut de course, l'huile remplit tous les espaces nuisibles,

L'appareil une fois monté, la bière arrivant du foudre sous la pression de l'air, entre dans le filtre par le réservoir de droite, chasse l'air devant elle, traverse les papiers à filtrer et sort, filtrée, par le réservoir de gauche.

Le filtre Stockheim (fig. 7) se compose d'un tambour aplati en cuivre, mobile sur deux axes maintenus sur un bâti.

Lorsque l'on veut charger l'appareil de masse filtrante, on le place horizontalement, on enlève la face supérieure ou couvercle avec ses garnitures, et l'on dispose la masse filtrante, préalablement délayée dans l'eau stérilisée par l'ébullition, en deux couches distinctes entre des fonds perforés, en cuivre étamé, et des toiles métalliques.

Quand le tambour est complètement rempli, on adapte le couvercle et on le visse fortement, de façon à exercer une pression sur la masse filtrante prise entre les fonds perforés et les toiles métalliques. L'appareil est ensuite placé dans la position verticale, ce qui permet à l'eau ayant servi à égaliser la masse filtrante sur les toiles métalliques, de s'écouler par un robinet de vidange.

Dans le filtre Stockheim, la matière filtrante, qui se désigne sous le nom de *masse filtrante*, est un mélange de cellulose, de fibres de conifères et de fibres textiles. Elle est complètement neutre et chimiquement pure; son lavage, qui s'opère dans un laveur spécial,

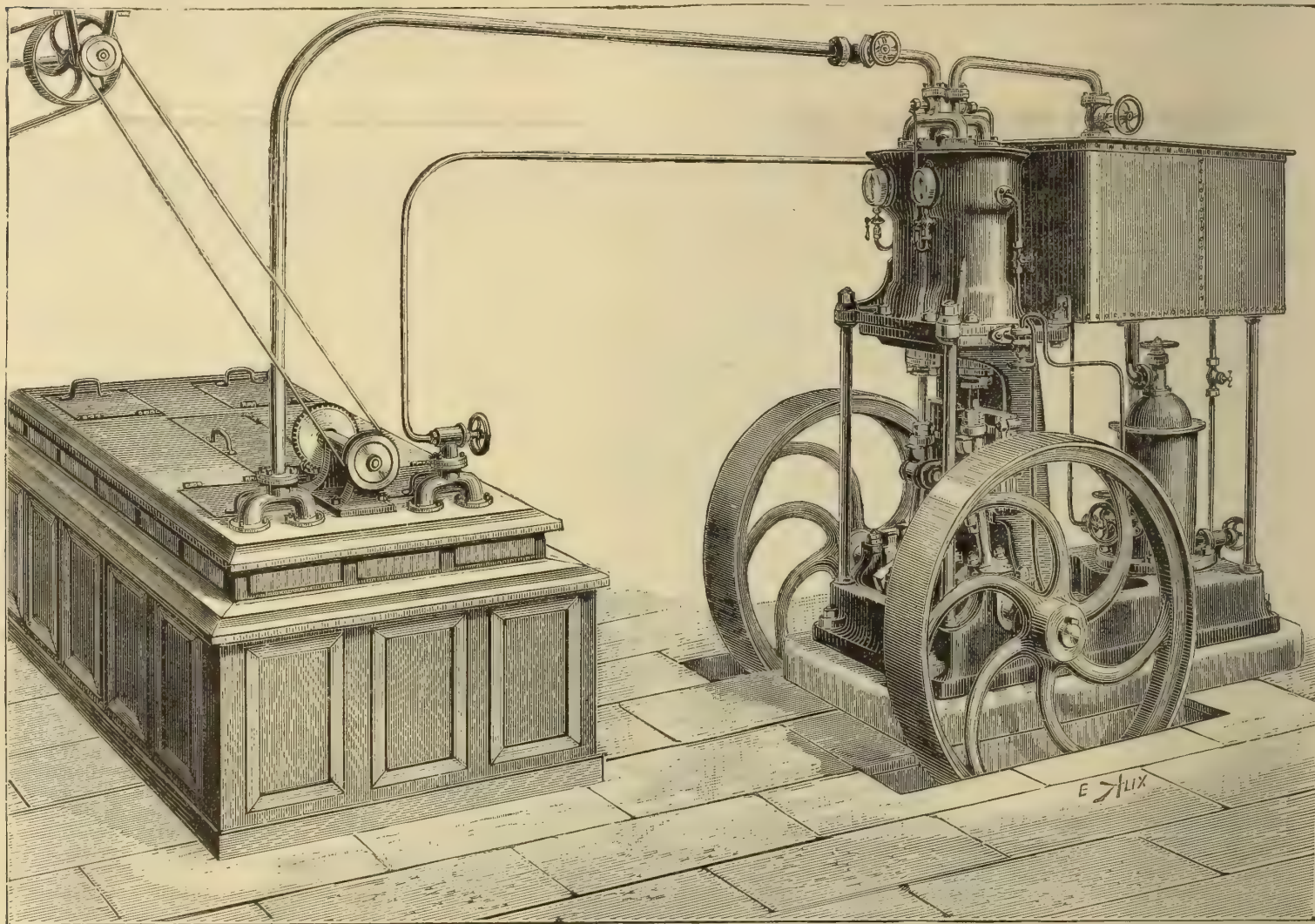


FIG. 4. — Installation frigorifique complète avec machine à glace verticale.

soulève les soupapes en les lubrifiant, et retoule dans le condenseur la totalité du gaz aspiré. Au-dessous de chaque piston, il a été ménagé un espace libre D, appelé *chambre d'huile*, d'un diamètre plus grand que celui des pistons, et constamment rempli, jusqu'à une hauteur donnée, d'huile lourde minérale, dans laquelle l'extrémité de chaque piston vient plonger au bas de sa course. Des cannelures ménagées sur la circonférence du bas des pistons se chargent d'huile à chaque coup, et lubrifient les corps de pompe dans leur course ascendante.

Il y a aujourd'hui plusieurs appareils de filtration en service dans la brasserie; nous signalerons plus particulièrement les filtres Stockheim et Enzinger, qui donnent les meilleurs résultats.

Le filtre Enzinger (fig. 6) est monté sur un châssis roulant, à droite et à gauche duquel se trouvent deux réservoirs mobiles sur des tiges en fer, surmontés de deux lanternes munies de manomètres; entre ces deux réservoirs, et également mobiles sur les tiges de fer, sont placées des plaques d'étain carrées, en nombre et de dimensions variables, percées de deux trous aux parties supérieures et inférieures, et portant sur leurs faces des cannelures pour livrer passage à la bière. On interpose, entre ces plaques d'étain, des carrés de papier à filtrer de même dimension et également percés de trous; on fait glisser le réservoir de gauche près des plaques et l'on serre au moyen d'une vis centrale, de façon à avoir un tout continu.

hors du filtre, à l'eau bouillante, à la vapeur et à l'eau froide, garantit sa parfaite innocuité et la rend absolument exempte de tout goût. Les bières qui ont traversé cette masse sont d'une limpidité absolue et d'un beau brillant; elles n'ont rien perdu de leur acide carbonique et n'ont fait qu'améliorer leur finesse de goût.

Lors de la mise en marche de l'appareil, l'air qui se trouve dans la conduite allant jusqu'au filtre est préalablement expulsé, et aussitôt cette opération terminée, on ouvre l'espace qui conduit aux deux chambres de côté du filtre. La bière qui y pénètre conduit l'air et la mousse formée jusqu'à de petites lanternes, qui se trouvent sur le point le plus élevé de la chambre; aussitôt que ces chambres sont remplies de bière, on ferme les robinets de ces lanternes, et la bière étant sous pression, est forcée, après ouverture d'un robinet d'échappement d'air, de traverser les couches de masse filtrante placées de chaque côté. L'eau qui peut encore se trouver dans la masse filtrante (la plus grande quantité ayant été déjà rejetée) sort de la chambre centrale par le robinet de vidange, poussée par la bière qui pénètre derrière elle; aussitôt que l'eau est complètement évacuée et que la bière arrive, ce robinet est fermé. La bière monte alors dans la chambre centrale et fait sortir l'air par la lanterne, qui se trouve sur la partie la plus élevée de celle-ci. Aussitôt pleine, le robinet de cette lanterne est fermé et la bière, mise sous pression, s'écoule dans un tuyau prenant du bas de la lanterne de la chambre

centrale et conduisant à une lanterne isolatrice, qui empêche la mousse de se former, et à laquelle est adaptée une disposition spé-

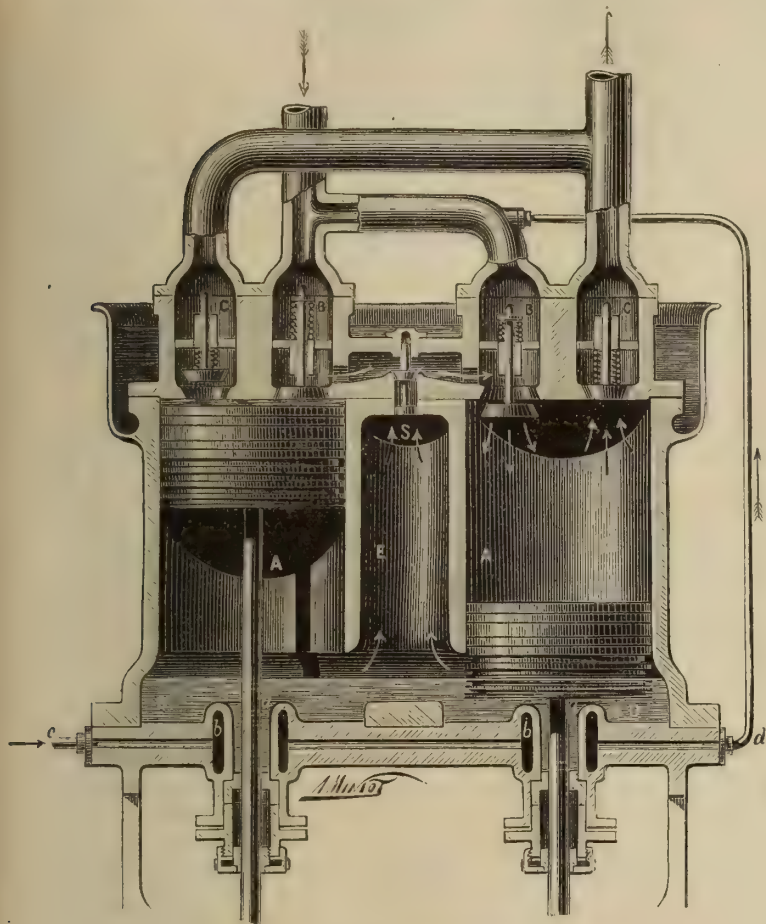


Fig. 5. — Coupe de la pompe de compression.

ciale de soutirage; cette dernière lanterne peut encore être vidée tout spécialement au moyen de petits robinets.

Par suite de la position plus élevée de la lanterne isolatrice par

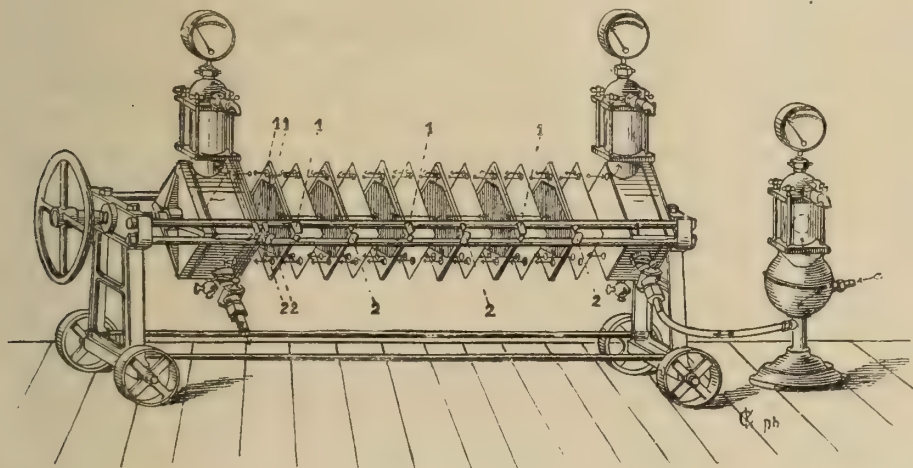


Fig. 6. — Filtre Enzinger.

rapport à la chambre centrale, il se forme une colonne de pression qui, agissant en contre-pression, empêche la mousse de se produire dans l'appareil.

Lorsque le manomètre fixé à l'entrée de la bière dans l'appareil indique une pression de $\frac{5}{10}$ à $\frac{7}{10}$ d'atmosphère, le soutirage peut commencer.

Par suite de sa disposition, le filtre, dès qu'il est en fonction, évi-

te toute production de mousse et tout dégagement d'acide carbonique; si toutefois la mousse se produisait pendant le fonctionnement, l'indication en serait donnée automatiquement par les lanternes supérieures, et l'on peut, dans ce cas, lors même que l'appareil fonctionne, faire sortir l'air et la mousse accumulée, et avoir pendant le travail un contrôle régulier de la marche de l'opération du filtrage.

Il nous reste à dire en quoi consiste la *Brasserie à vapeur* du système Armand Girard. Elle comprend (fig. 8) :

1° Un générateur de vapeur de la puissance voulue et correspondante à la quantité de bière à fabriquer par brassin. Ce générateur est muni de tous les appareils et accessoires nécessaires à son

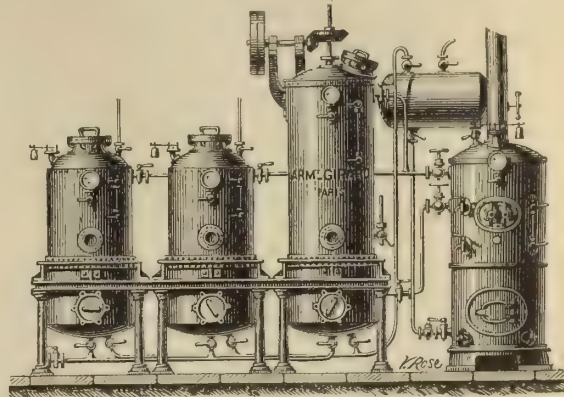


Fig. 8. — Brasserie perfectionnée à vapeur.

fonctionnement, et de son récipient d'alimentation d'eau, lequel reçoit les retours d'eau de la vapeur employée condensée; ce qui fait que c'est la même eau, ou à peu près, qui sert à produire la vapeur. Il s'établit sans aucun fourneau en briques; il est posé sur une couronne en fonte installée purement et simplement sur le sol;

2° Un saccharificateur ou cuve-matière, avec son agitateur ou vagueur. Cet appareil peut se fermer hermétiquement pour travailler sous pression, en vase clos; le chauffage se fait au moyen d'un double fond dans lequel passe la vapeur à haute pression du générateur;

3° Deux chaudières pour le chauffage de l'eau, cuisson et houblonnage, pouvant être fermées hermétiquement pour le travail sous pression, étant chauffées par double fond de vapeur;

4° Une cuve de filtration galvanisée avec faux fond perforé et un petit réservoir galvanisé;

5° Un châssis en fer sur colonnettes en fonte supportant les chaudières. Ce bâti-support s'établit sur le sol sans aucune fondation en maçonnerie.

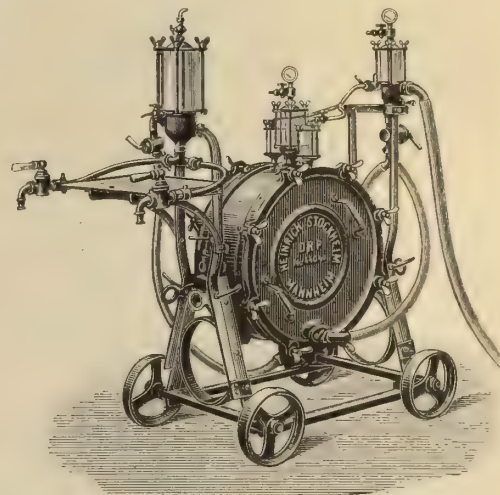


Fig. 7. — Filtre Stockheim.

Le transvasement du contenu des chaudières l'une dans l'autre et des moûts ou de la bière dans la cuve de filtration ou les bacs rafraichisseurs, se fait au moyen des robinets adaptés à chaque appareil, d'où suppression de toute pompe.

SCHIEDT-TREHERNE,
Ingénieur des Arts et manufactures.

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

LE PORT DU HAVRE ET L'AMÉLIORATION DE LA BASSE SEINE

Les derniers renseignements que nous avons donnés aux lecteurs du *Génie Civil* (1) sur les travaux de la Commission sénatoriale chargée d'examiner le projet relatif à l'amélioration de la basse Seine et du port du Havre, leur ont montré cette Commission transformée

par la nomination de quatre nouveaux commissaires sur neuf, à la suite d'un vote du Sénat lui enjoignant de chercher à coordonner ensemble et à concilier le projet du Gouvernement et le contre-projet de M. Teisserenc de Bort.

Ainsi transformée, cette Commission a dû, pour l'édification des nouveaux commissaires appelés à remplacer les démissionnaires, procéder à une nouvelle étude des amendements et contre-projets présentés.

Elle a entendu tour à tour MM. F. Reymond et Teisserenc de Bort, le Ministre des Travaux publics, M. Guillain, Directeur des ports au Ministère des Travaux publics, M. de Coëne, Ingénieur civil à Rouen.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 44, p. 291, et n° 45, p. 332.

M. F. Reymond a précisé le but et la portée de son amendement. Il ne conteste pas l'urgence d'une solution des améliorations à faire au Havre et dans la basse Seine; il se borne à dire ceci : le projet du Gouvernement, très discuté au point de vue technique, comporte un programme de travaux considérables, atteignant le chiffre élevé de 96 millions, qui a effrayé nombre de sénateurs. Ce projet contient des travaux qui ne soulèvent pas de contestation et qu'il y a danger à ne pas exécuter le plus tôt possible, entre autres le creusement de la passe sud-ouest. M. Reymond demande qu'ils soient distraits de l'ensemble et que le Sénat accorde les fonds demandés pour leur exécution.

Mais en présence des nombreuses et très sérieuses critiques dont le projet est l'objet et de la situation précaire du budget, surtout de la possibilité de suffire aux besoins actuels du commerce, il croit qu'il n'y a qu'avantage à prendre le temps d'éclaircir davantage la question.

Ce qu'on appelle l'amendement Reymond n'est donc plus qu'une division du projet du Gouvernement pour permettre l'exécution des travaux qui doivent faire disparaître les points dangereux, sans attendre la possibilité de disposer des fonds nécessaires pour faire des travaux utiles, mais non indispensables dans l'état de choses.

M. F. Reymond s'est efforcé de démontrer que l'approfondissement de la passe était un travail moins coûteux et moins long que ne l'avaient prétendu les adversaires de son amendement, et il a insisté vivement sur ce point.

C'est faute de profondeur en cet endroit, que, fréquemment, et tout récemment encore, les grands paquebots transatlantiques manquent leur départ et doivent le retarder, dans la crainte, s'il y a de la levée un jour de morte-eau, de talonner et de faire de graves avaries.

M. Teisserenc de Bort, auteur du contre-projet dont nous avons précédemment parlé, a fait remarquer qu'il prenait la question où l'avait laissée le vote du Sénat qui a décidé, au moins jusqu'à la seconde lecture, que les dépenses d'exécution des travaux projetés dans le port du Havre et l'estuaire de la Seine, seront couvertes par un droit de tonnage sur la jauge des navires et par un droit sur les marchandises débarquées, destinées à la consommation intérieure.

En ce qui concerne le droit de tonnage de jauge, il accepte le tarif annexé au projet de loi, tarif sur lequel le Gouvernement et les Chambres de commerce des villes intéressées se sont mis d'accord. L'entente doit donc être facile.

Reste la question du droit sur les marchandises. Ce droit existe dans la plupart des pays qui nous environnent; mais il est appliqué de différentes manières.

En Espagne, il est généralement uniforme pour toutes les marchandises. Il en est ainsi à Barcelone, comme à Alicante, comme à Carthagène. En France même, ce principe d'une taxe uniforme est appliqué à Cette et à Calais notamment.

A Hambourg, c'est un système contraire qui a prévalu. La perception de la taxe est exactement proportionnelle à la valeur des marchandises débarquées.

En Angleterre, on a adopté généralement un système qui consiste à graduer le tarif suivant les commandes commerciales du marché sur lequel il est appliqué. Ainsi chacune des marchandises qui fréquentent le port a son tarif spécial. Ce tarif est plus élevé pour les marchandises fabriquées qui peuvent supporter une charge plus lourde. Il s'abaisse, au contraire, pour les marchandises de peu de valeur dont le prix ne pourrait être augmenté sans inconvénient.

« Entre ces diverses méthodes, celle qui aurait mes préférences, dit M. Teisserenc de Bort, consisterait à graduer, à échelonner les taxes proportionnellement à la valeur des marchandises. »

Il propose de distinguer trois catégories :

Pour la première, comprenant les marchandises valant plus de 900 francs la tonne, la taxe serait de 2 fr. 25 c. par tonne;

Pour la troisième, comprenant le coton, la laine en masse et les houilles, la taxe serait de 0 fr. 50 c. par tonne;

La deuxième catégorie comprendrait tout ce qui n'est pas compris dans la première et la troisième, et la taxe s'élèverait à 1 fr. 40 c. par tonne.

Toutefois, M. Teisserenc de Bort ajoute, qu'avant de fixer le taux de ces taxes, il faudrait prendre l'avis des intéressés.

M. Yves Guyot, ministre des Travaux publics, entendu après ces deux sénateurs, a déclaré que les projets présentés par le Gouvernement ont été étudiés avec un soin exceptionnel. L'examen a été fait par tous les Conseils, par tous les corps appelés à se prononcer en pareille matière. Ce projet ne laisse donc rien à désirer.

Le ministre a ajouté que les travaux projetés au Havre correspondent à une nécessité technique de premier ordre. Il en est de même pour l'estuaire de la Seine. Le projet a été dressé d'après les observations, suivies jour par jour, par les Ingénieurs qui sont chargés du balisage des chenaux.

Aussi a-t-il affirmé à la Commission du Sénat que rien n'a été laissé à la théorie pure et qu'on s'est inspiré de l'expérience des hommes les plus compétents.

Quant à l'amendement de M. Reymond, le ministre a fait remarquer qu'il ne s'occupait que de l'accès du port du Havre. Il approfondit les passes afin de permettre l'entrée et la sortie aux navires calant 8^m 50; mais ce n'est là qu'un palliatif. Les passes peuvent être encombrées en une marée, et pour quiconque a assisté aux évolutions si laborieuses des paquebots transatlantiques, il est facile de comprendre que s'il survenait quelque accident à un de ces grands navires, le mouvement du port se trouverait suspendu.

Après M. Yves Guyot, la Commission a entendu M. Guillaïn, directeur des ports au ministère des Travaux publics, qui s'est efforcé de prouver que la simple amélioration de l'avant-port ne donnerait pas satisfaction aux nécessités de la navigation. Tous les Ingénieurs que

la direction des ports a consultés sont unanimement d'avis qu'il faut à tout prix créer une entrée au port du Havre du côté de Sainte-Adresse, pour assurer aux navires une profondeur constante de 10 mètres. M. Guillaïn a rappelé ensuite les variations que subit continuellement l'estuaire de la Seine; il a exposé, dans leurs grandes lignes, les projets d'amélioration et s'est, comme le ministre, prononcé contre l'amendement Reymond. Il a affirmé qu'au point de vue technique, seul, le projet du gouvernement était d'une exécution pratique et utile.

Mardi dernier, la Commission a entendu M. de Coëne, qui a exposé un contre-projet dont il est l'auteur. M. de Coëne a soutenu qu'on pouvait exécuter tous les travaux nécessaires, d'après lui, dans la basse Seine et au Havre avec une dépense de 35 millions seulement. Ce contre-projet n'a pas été accueilli favorablement par la Commission qui l'a écarté.

Une discussion s'est ouverte ensuite au sein de la Commission sur l'amendement de M. F. Reymond.

M. Ancel a déclaré que le programme des travaux réclamés par M. F. Reymond était absolument insuffisant pour assurer aux grands navires qui fréquentent le Havre une entrée facile et la liberté de leurs mouvements; il est favorable au projet du Gouvernement.

M. Georges Martin a combattu également l'amendement de M. F. Reymond : il est, comme M. Ancel, partisan du projet du Gouvernement. Il a reproduit quelques-uns des arguments de M. Guillaïn et présenté diverses considérations en faveur du projet présenté par M. le Ministre des Travaux publics.

M. Lalanne, inspecteur général des Ponts et Chaussées, a, au contraire, appuyé très chaudement l'amendement de M. F. Reymond : il estime que les travaux de la basse Seine peuvent être exécutés par l'État, mais il est d'avis que les nouveaux travaux réclamés par les ports maritimes, surtout quand il s'agit de ports pour lesquels on a dépensé déjà de grosses sommes, comme le port du Havre, doivent être exécutés aux frais des intéressés.

Enfin M. Cordier a fait un long exposé de la question. Successivement il a montré quels services rendraient au port de Rouen et au port du Havre les travaux proposés dans le projet du Gouvernement.

La Commission s'est séparée sans prendre, à l'égard de cet amendement, de résolution définitive; elle doit entendre prochainement M. Yves Guyot sur le contre-projet de M. Teisserenc de Bort.

On se préoccupe beaucoup au Sénat de cette importante question de l'amélioration de la basse Seine et du port du Havre. Nombre de sénateurs estiment qu'il serait plus rationnel de s'en tenir présentement aux travaux qui ont pour but immédiat de réduire les chances d'accident aux abords du port; il ne leur paraît pas démontré que le projet soutenu par le Gouvernement soit la perfection. D'ailleurs, l'opinion de M. Lalanne, qui est bien en situation de pouvoir apprécier la valeur des arguments mis en avant par les Ingénieurs de l'État, a été fort remarquée.

G. LATOUCHE.

CORRESPONDANCE

Liverpool, le 28 février 1890.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

Le *Génie Civil* a accueilli avec bienveillance quelques observations sur les préoccupations des industriels de Liverpool. Il trouvera peut-être quelque intérêt à faire connaître à ses lecteurs les bruits qui courent ici sur le mouvement en avant de la construction navale commerciale.

Sous le titre *More Atlantic Greyhounds*, le *Daily Post* dit que six magnifiques paquebots à grande vitesse, tant en construction qu'en projet, vont serrer de près la *City of Paris* de la ligne Inman, acclamée jusqu'alors *the Champion racer* (le champion de la course) de l'Océan.

La Compagnie hambourgeoise américaine, qui possède le superbe transatlantique à double hélice la *Columbia* (arrivé à Southampton le 14 novembre dernier après une traversée faite en 6 jours 18 heures 10 minutes), construit en ce moment un autre paquebot que l'on espère mettre en ligne en mai 1890. Ce paquebot, *the Norman*, est en construction dans les chantiers de MM. J. Elder et Co, d'où sont déjà sortis l'*Etruria* et l'*Umbria*.

La *Norman*, un peu plus faible de tonnage que la *City of Paris*, mesurera 520 pieds de longueur, sur 59 de largeur et 38 de creux. Sa force motrice atteindra 16 000 chevaux. Elle sera lancée dans le courant du mois.

La même Compagnie fait construire dans les chantiers de la Compagnie Vulcan, à Stettin, la quille d'un paquebot de même tonnage, le *Venetia*, qui ne sera terminé qu'au printemps de 1892.

La Compagnie générale transatlantique a en construction, dans ses chantiers, un grand paquebot à double hélice, qui commencera son service dès l'été prochain.

Il sera appelé la *Touraine*, et dépassera de plusieurs milliers de tonnes les cinq paquebots de cette ligne qui ont jusqu'aujourd'hui accompli les traversées les plus rapides entre le Havre et New-York.

Le *Majestic* de la White Star, le pendant du *Teutonic* appartenant à la même Compagnie, entrera en lutte avec la *City of Paris* au printemps prochain.

La Compagnie Cunard, voulant regagner le terrain, va également mettre en chantiers deux grands navires à double hélice. On dit que leur puissance motrice sera tout exceptionnelle.

Les recettes de cette année, pour la plupart des Compagnies, sont dues en très grande partie à l'impulsion donnée par l'Exposition universelle de 1889, Paris étant la seule ville du monde capable d'attirer un

tel nombre de visiteurs; et, dès l'an prochain, il y aura peut-être un commencement de déception pour les trop nombreuses lignes transatlantiques, surtout pour les Compagnies anglaises de Liverpool.

Certes, il y a une ou deux Compagnies ici qui peuvent s'offrir la fantaisie de perdre quelques milliers de livres sterling par voyage; mais les autres ne pourront les suivre dans cette voie.

On dit du reste que des paquebots actuellement en construction, resteront, d'après contrat, la propriété des constructeurs jusqu'à paiement intégral, et si quelques-uns de ces derniers restaient, malgré eux, propriétaires définitifs, nous reverrions se rétablir sur les navires la baisse qui existait il y a quelques années.

Il est vrai que nous sommes en mauvaise saison; mais les navires partent d'ici avec un nombre insignifiant de passagers de cabines. Ajoutez à cela des frets variant de 8 à 15 sh. la tonne, et l'on pourra juger des résultats. Il faut noter que ces paquebots ont à leur bord un équipage de près de 200 personnes, et consomment une moyenne de 320 tonnes de charbon par jour.

Veuillez agréer, etc.

A. MONTLAURT,
Ingénieur.

INFORMATIONS

Dévitricifications des verres ordinaires du commerce.

MM. Appert et Henrivaux viennent de faire à l'Académie des Sciences une remarquable communication sur les dévitricifications des verres ordinaires du commerce. En voici l'extrait, qui est de nature à intéresser, tout à la fois, les chimistes et les physiciens.

Lorsque le verre est longtemps chauffé à une température voisine de celle à laquelle il commence à se solidifier, il tend à donner naissance à des produits cristallisés. Cette tendance est particulièrement marquée dans les points où il est en contact avec des corps étrangers.

La nature des cristaux qui prennent naissance dépend principalement de la composition du verre. Quand il est essentiellement sodique et calcique, c'est de la wollastonite qui se produit. Quand il est magnésien et ferrugineux, c'est du pyroxène plus ou moins ferrugineux qui se forme; s'il est en même temps calcique, il se fait à la fois de la wollastonite et du pyroxène. S'il contient de l'alumine avec ces bases, il se produit de la méilite (variété humboldtite) ou des feldspaths.

Le mélange intime des cristaux formés avec la matière demeurée vitreuse, leur petitesse, leur densité peu différente de celle du verre ambiant, empêchent de les isoler et d'en pratiquer l'analyse, sauf dans des cas tout à fait exceptionnels. Au contraire, la taille en lames minces et l'examen optique au microscope en permettent facilement la détermination.

La wollastonite est identique à la wollastonite monoclinique des roches. Elle se présente en cristaux allongés et légèrement aplatis, disposés souvent en sphérolithes radiés. L'allongement a lieu parallèlement à l'ortho-diagonale. Dans les sections longitudinales, les extinctions en lumière polarisée parallèle entre les nicols croisés se font en long. Le signe d'allongement est variable. En lumière polarisée convergente, on s'assure que le plan des axes optiques est transversal, que l'écartement des axes est d'environ 40° et que la bissectrice est négative.

Dans les sections transversales, on voit que l'aplatissement a lieu tantôt suivant p (001) et tantôt suivant $a^{0.5}$ (201). Parmi ces sections, les unes ont un signe d'allongement négatif et s'éteignent sous un angle de 32°, les autres ont un signe d'allongement positif et s'éteignent sous un angle de 37°.

Dans chacune des sections indiquées ci-dessus, la biréfringence peut être mesurée: MM. Appert et Henrivaux ont trouvé:

$$n_g - n_p = 0,014.$$

Enfin, en soumettant à froid, pendant vingt-quatre heures, une préparation du verre dévitrifié en question à l'action de l'acide chlorhydrique, on constate que les cristaux de wollastonite sont attaqués avec dissolution de chaux et dépôt de silice gélatineuse sur leur emplacement. L'emploi d'une goutte de violet d'aniline fait ressortir avec la plus grande netteté la distinction du verre demeuré intact et de la wollastonite attaquée.

Le pyroxène, qui se forme très aisément par la dévitrification du verre à bouteilles, possède toutes les propriétés du diopside naturel: il en a les formes, les clivages, la réfringence, la biréfringence, la position et l'écartement des axes optiques. Quand il se montre associé à la wollastonite, ses cristaux allongés à clivages longitudinaux se distinguent de ceux de wollastonite par leur légère teinte verte, par leur réfringence, leur biréfringence et surtout par la grandeur de l'angle d'extinction et par la position du plan des axes optiques.

La méilite se montre soit en groupements irréguliers, soit en sphérolithes, soit en amas cristallitiques.

Les sphérolithes sont composés de petits cristaux aplatis, parallèlement à la base et disposés en cercles concentriques, dans lesquels chaque élément est allongé tangentiellement.

Ces cristaux montrent nettement le clivage parallèle à la base et les rides transversales si caractéristiques du minéral. Le signe d'allongement est positif. Les sections parallèles à la base demeurent constamment éteintes dans toutes les orientations entre les nicols croisés en lumière parallèle, et présentent en lumière polarisée convergente la croix noire des minéraux à un axe négatif.

Les sphérolithes de méilite présentent, comme ceux de wollastonite, une croix noire en lumière polarisée parallèle entre les nicols croisés,

mais généralement d'autres branches noires viennent s'ajouter à celles de la croix à cause de déformations brusques, de sortes de plissements que présentent les sphérolithes en question.

Les sphérolithes de wollastonite ne présentent pas de branches supplémentaires, mais les branches de la croix sont étalées et irrégulièrement ombrées, à cause de l'imperfection dans la disposition radiale des éléments de ces sphérolithes.

L'aspect des uns et des autres est, par suite, absolument différent.

Les dévitrifications de nature feldspathique que MM. Appert et Henrivaux ont observées montrent le feldspath avec un facies tout à fait semblable à celui qu'il possède dans les roches. Celui qu'ils ont observé dans un verre calcosodique contenant 72 % de silice était un feldspath triclinique présentant la macle de l'albite, l'allongement suivant l'arête pg^1 (001,010), le signe négatif d'allongement et des extinctions sous des angles ne dépassant pas 2° à 3°. Il s'agissait donc, dans ce cas, d'un feldspath acide. Dans les verres du commerce, qui sont généralement peu alumineux, ces dévitrifications sont rares; elles ne se produisent guère que dans les points où un fragment de creuset se trouve accidentellement englobé dans le verre. Le feldspath ainsi engendré est souvent très difficile à distinguer de la tridymite, qui possède des propriétés optiques peu différentes et qui se produit dans les mêmes conditions.

Excavateur pour tranchées étroites.

Nous trouvons dans la liste des brevets anglais publiée par le journal *The Industries*, la description sommaire d'un excavateur pour tranchées étroites, telles que celles destinées à la construction des tranchées d'égouts. L'appareil à excaver (fig. 1) appartient au type bien connu dit « à cuiller ». La cuiller G oscille à l'extrémité d'un long

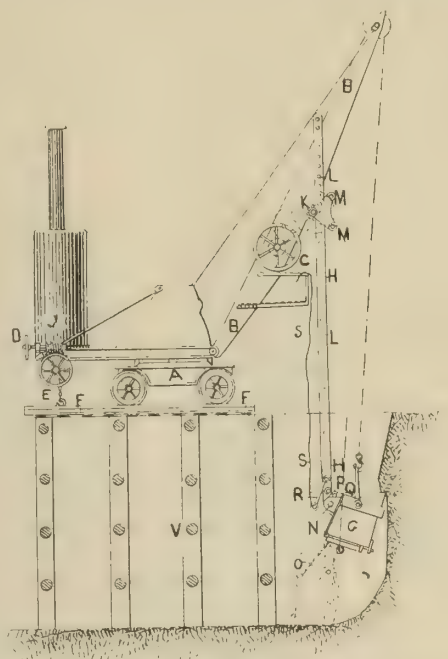


Fig. 1. — Excavateur pour tranchées étroites.

manche H, sur un bouillon N. Elle est maintenue en place au delà de ce manche par une petite chaîne O, dont l'une des extrémités est fixée à la cuiller même et l'autre est reliée à un cliquet P tournant sur la pièce H. Lorsque la cuiller est à fond de course (position indiquée en lignes pointillées), le cliquet P est maintenu par la tige R, qu'on peut à volonté en écarter à l'aide de la corde S. La pièce H porte sur ses deux faces latérales des crémaillères L engrenant avec des pignons fixés sur un arbre K et commandés par un train d'engrenages sous l'action de volants à main C.

Un chariot M embrasse le manche H et peut tourner autour de l'arbre K. L'ensemble est porté par une volée de grue B, reposant sur un truc A, à l'extrémité duquel est placée une chaudière à vapeur et une machine. Celle-ci a pour objet de remonter la cuiller pendant le travail. Elle peut également actionner le treuil de descente du manche H pendant la plus grande partie de l'opération, qui s'achève ensuite à la main sous l'action du volant C. On maintient la cuiller dans la position indiquée en lignes pointillées jusqu'à ce qu'elle arrive au fond de la tranchée, à l'aide du cliquet P. En écartant ce dernier, elle devient mobile autour du bouillon N, et on la redresse à l'aide du moteur, de manière à la faire mordre dans le terrain. Dans cette position, elle bute contre le manche H au moyen d'un arrêt Q. A mesure qu'elle remonte, le manche est rappelé par ses crémaillères et les pignons correspondants, et prend, ainsi que le chariot M, une position oblique qui se règle suivant la facilité de l'attaque. Lorsque la cuiller remplie arrive au-dessus du sol, on la décharge comme à l'ordinaire, en faisant tourner la volée de la grue, pour l'amener au-dessus des tombeaux ou des wagonnets de décharge.

L'appareil circulant sur le plancher F des boisages U, il y a avantage, pour dégager la partie déjà achevée de la tranchée et pour économiser les rails, à enlever la voie qui a déjà servi. A cet effet, un tambour E, transversal au truck et commandé par un volant à vis D, porte deux chaînes terminées par des crochets qui soulèvent les rails; on fait ensuite pivoter tout l'appareil pour les transporter à l'avant et les reposer.

Avis aux Actionnaires.

Société anonyme LE GÉNIE CIVIL.

MM. les Actionnaires de la Société le Génie Civil sont informés que l'Assemblée générale annuelle se tiendra le lundi 31 mars 1890, à deux heures et demie du soir, au siège social, rue de la Chaussée-d'Antin, n° 6, à Paris.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 20 janvier 1890.

Physique. — 1° *Calcul sur la compressibilité de l'azote jusqu'à 3 000 atmosphères.* Note de M. CH. ANTOINE.

2° *Sur l'absorption des rayons ultra-violet par quelques substances organiques faisant partie de la série grasse.* Note de MM. J.-L. SORET et ALB.-A. RILLIET, présentée par M. A. Cornu.

3° *La constitution moléculaire des corps au point critique.* Note de M. PH.-A. GUYE, présentée par M. Friedel.

Chimie. — 1° *Sur les combinaisons des métaux alcalins avec l'ammoniaque.* Note de M. H.-W. BAKHUIS ROOZEBOOM, présentée par M. Friedel.

2° *Réactions entre les sels de cuivre et les cyanures métalliques.* Note de M. RAOUL VARET.

Après avoir complété ses indications relativement au cyanure de mercure, M. Varet présente à l'Académie une série de réactions des sels de cuivre sur les cyanures métalliques, et tire de ses recherches les conclusions suivantes :

1° Les sels halogènes de cuivre font la double décomposition avec tous les cyanures ;

2° L'action des sels oxygénés est nulle sur les cyanures de mercure et d'argent seulement.

Ces derniers semblent donc avoir une constitution particulière et posséder, comme le pense M. Berthelot, les formules Ag^2Cy^2 et Hg^2Cy^2 .

Le cyanure de zinc, au contraire, peut être représenté par la formule ZnCy , comparable à celle du cyanure de potassium. Et, si l'on veut faire intervenir la question d'atmicité, on peut dire que, dans les cyanures de mercure et d'argent, les deux radicaux CAz sont unis entre eux ; tandis que, dans le cyanure de zinc, ils sont indépendants et réunis par l'intermédiaire du métal.

3° *Sur les pouvoirs réfringents des sels doubles en dissolution.* Note de M. E. DOUMER, présentée par E. Armand Gautier.

Électricité. — *Sur la variation de la résistance du bismuth dans le champ magnétique. Influence de la température.* Note de M. A. LEDUC, présentée par M. Lippmann.

M. Leduc a étudié, de 1884 à 1886, l'augmentation de la résistance électrique du bismuth dans le champ magnétique, et montré que l'augmentation Z de l'unité de résistance dans un champ d'intensité M est liée à celle-ci par l'équation :

$$Z^2 + \beta Z - \alpha M^2 = 0$$

les paramètres α et β dépendent de l'échantillon soumis à l'expérience.

Bien que l'auteur ait remarqué que les variations de température amènent quelques divergences dans le phénomène, il n'en reste pas moins acquis les faits généraux qu'il a mentionnés.

Présentant alors ses recherches sur l'influence de température, il montre que, au voisinage de 15°, Z diminue de 1 % par degré centigrade dans le cas de $M = 7000$ CG.S.

Mathématiques. — 1° *Détermination des congruences, telles que les lignes asymptotiques se correspondent sur les deux nappes de la surface focale.* Note de M. C. GUICHARD, présentée par M. Darboux.

2° *Sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles.* Note de M. ZAREMBA, présentée par M. Darboux.

Astronomie. — *Sur la théorie de la figure des planètes.* Note de M. M. HAMY, présentée par M. Tisserand.

Séance du 27 janvier 1890.

Chimie. — 1° *Sur la substitution des sels dans les solutions mixtes.* Note de M. A. ETARD, présentée par M. A. Cornu.

Précédemment M. Etard a déterminé les lignes de solubilité complète d'un mélange de chlorure de potassium et de sodium. Cela équivalait à faire varier la quantité des métaux qui se partagent la saturation d'un même métalloïde en fonction de la température. Il était indispensable d'étudier le cas inverse, de déterminer ce qui se passe quand, dans la solution d'un même métal, les métalloïdes varient.

Quand on dissout de l'iode de potassium dans l'eau, la solubilité de — 22° à 0° est représentée par

une droite très inclinée; de 0° à 108° par une autre droite moins inclinée, enfin de 108° à 220° par une dernière droite moins inclinée encore. En calculant par extrapolation, avec cette dernière valeur le point limite correspond à une température de 637° très voisine de 639°, donnée par les auteurs comme température de fusion de l'iode de potassium pur.

Si l'on met une petite quantité d'eau en présence d'un grand excès d'un mélange d'iode et de bromure de potassium, d'ailleurs en proportions quelconques, on constate que :

1° La quantité de sels dissous pour chaque température est exactement la même que si l'on avait opéré avec l'iode de potassium seul. Les lignes de solubilité de KI et de KI + KBr, coïncident dans toute leur étendue ;

2° En analysant le mélange, on voit que le bromure de potassium suit la loi de solubilité de l'iode et non la sienne propre ;

3° Si l'on recherche la limite de solubilité, c'est-à-dire à la température de 639°, le rapport des poids des composants KBr et KI (leur somme étant égale à l'unité ou 100 %) le calcul par extrapolation donne pour ce rapport un chiffre très voisin de deux à un, soit 66,4 % KI, et 33,6 % KBr.

2° *Sur l'état de l'iode en dissolution.* Note de MM. HENRI GAUTIER et GEORGES CHARPY, présentée par M. Cornu.

On distingue généralement les solutions d'iode en deux classes : les solutions brunes (alcool, éther, etc.) et les solutions violettes (sulfure de carbone, chloroforme, benzine, etc.).

En examinant des solutions également concentrées d'iode dans un grand nombre de dissolvants, MM. Gautier et Charpy ont constaté qu'on pouvait les ranger de telle façon que la coloration variât d'une manière continue, du brun au violet ; la distinction généralement admise est donc trop absolue.

L'examen, au spectroscope, de solutions des divers groupes a montré que le spectre d'absorption varie aussi d'une façon continue.

Agriculture. — 1° *Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère,* par M. AIMÉ GIRARD.

M. Aimé Girard présente à l'Académie les résultats de ses essais sur la culture de la pomme de terre à fort rendement qu'il a signalée, variété dite *Richter's Imperator*. Cette sorte, cultivée dans les conditions indiquées par M. Girard, peut fournir de 35 000 kilogr. à 40 000 kilogr. à l'hectare de tubercules riches à plus de 20 % de fécule anhydre, tandis que la moyenne générale des rendements ne dépasse pas en France 7 500 kilogr. à l'hectare, et que les rendements de 15 000 kilogr. et 18 000 kilogr. y sont regardés comme tout à fait exceptionnels.

En 1888, M. Girard a entrepris la culture en grand de cette sorte de pomme de terre, qui a rendu, malgré les mauvaises conditions météorologiques de l'année, 33 000 kilogr. à l'hectare, avec une richesse de 17,6 % de fécule anhydre.

En 1889, il a renouvelé la culture en grand, et le rendement a été de 39 000 kilogr. de tubercules riches à 20,4 de fécule anhydre. Cette année, en outre, la culture de la pomme de terre *Richter's Imperator* a été confiée à une quarantaine d'agriculteurs en France. Tous ceux de ces derniers qui ont suivi dans leur culture les prescriptions de M. Girard ont obtenu des rendements variant de 32 000 kilogr. à 44 000 kilogr. de tubercules à l'hectare, avec des richesses de 20,4 à 24,2 % de fécule anhydre ; ceux, au contraire, qui s'en sont écartés, ont vu leurs rendements s'élever au maximum à 30 000 kilogr. et tomber, dans certains cas, à 16 000 et 13 300 kilogr.

La richesse en fécule a été, dans tous les cas, remarquable : trois fois seulement elle a été inférieure à 20,4 %.

Donc, ainsi que l'avait espéré M. Girard, il est possible aujourd'hui, pour la grande culture en France, d'obtenir des récoltes de pommes de terre industrielles et fourragères qui marchent de pair avec celles de l'Allemagne, et, par conséquent, également possible de produire, sur une surface donnée, un poids de fécule, c'est-à-dire de matière alcoolisable, qui permette à la distillation des pommes de terre d'entrer en concurrence avec la distillation des grains.

2° *Observations sur la communication de M. Aimé Girard,* par M. P. P. DEHÉRAIN.

Mathématiques. — 1° *Sur les fonctions de deux variables à plusieurs paires de périodes.* Note de M. PAUL APPELL, présentée par M. Hermite ;

2° *Sur les transformations simplement rationnelles des surfaces algébriques.* Note de M. PAUL PAINLEVÉ, présentée par M. Picard.

Séance du 10 février 1890.

Chimie. — 1° *Action du fluorure sur les différentes variétés de carbone.* Note de M. HENRI MOISSAN, présentée par M. Berthelot.

On sait depuis longtemps qu'il est impossible d'unir le chlore au carbone par synthèse directe, même sous l'action d'un arc électrique puissant. Le fluor, au contraire, peut s'unir au carbone directement, et M. Moissan démontre dans cette note que cette réaction est une de celles qui différencie le plus nettement les nombreuses variétés de carbone. Il a essayé successivement les charbons de différentes origines et ses expériences lui ont fourni une démarcation bien nette entre les différents états de polymérisation du carbone.

2° *Sur une méthode générale de préparation de fluorures de carbone.* Note de M. C. CHABRIÉ, présentée par M. Friedel.

M. C. Chabrié procède de la façon suivante : il chauffe dans un tube de verre de Bohême, scellé à la lampe, 5^{gr} 1 de fluorure d'argent avec 1^{gr} 55 de chlorure de carbone CCl_4 à 220° pendant deux heures. Le tube est à peine attaqué à cette température. Il a obtenu ainsi un gaz peu soluble dans l'eau à la température ordinaire, soluble dans la benzine, qu'il a dissous dans la potasse alcoolique. Il présente à l'Académie l'analyse complète de ce produit, qui est exactement du fluorure de carbone dans un état de pureté très satisfaisant. Il résulte donc de ses recherches, que la méthode indiquée fournit un moyen simple et général pour obtenir les fluorures de carbone.

3° *Sur la flamme bleue du sel commun et la réaction spectroscopique du chlorure de cuivre.* Note de M. G. SALET, présentée par M. Friedel.

4° *Sur la résistance électrique du fer et de ses alliages, aux températures élevées.* Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

Dans le but de confirmer les résultats obtenus par M. Osmond dans l'étude qu'il a faite sur les transformations moléculaires du fer doux et de l'acier aux températures élevées, M. Le Chatelier a entrepris l'étude des résistances électriques. Il a consigné les résultats de ses recherches dans des graphiques et des tableaux dans lesquels les résistances sont exprimées en ohms et rapportées à des fils de 1 mètre de longueur et 1 millimètre de diamètre.

Les courbes relatives aux fers et aux aciers proprement dits mettent nettement en évidence, par les points anguleux qu'elles présentent, les deux transformations moléculaires indiquées par M. Osmond et montrent, de plus, que les transformations sont indépendantes de la proportion de matières alliées au fer.

L'acier manganésé à 13 % Mn a présenté un point anguleux un peu incertain vers 700°.

Le nickel a présenté, vers 340°, un point anguleux très net.

Le platine et le platine rhodié, qui ont servi dans la construction des couples thermo-électriques avec lesquels se sont faites ces expériences, ont présenté une résistance croissant proportionnellement à la température.

5° *Dosage de la potasse et de l'humus dans les terres.* Note de M. J. RAULIN, présentée par M. Pasteur.

Astronomie. — *Procédé physique pour la mesure de l'inclinaison du fil de déclinaison des cercles méridiens.* Note de M. H. HAMY, présentée par M. Mouchez.

Mathématiques. — 1° *Sur la fonction exponentielle.* Note de M. STIÉLTJES.

2° *Sur un mode de transformation en géométrie cinématique.* Note de M. A. MANNHEIM.

3° *Sur une généralisation du théorème d'Euler relatif aux polyèdres.* Note de M. R. PERRIN.

G. PETIT,
Ingénieur Civil.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Le pont du Forth, p. 401; — Les essais du pont du Forth, p. 404. — Chemins de fer : Nouveau système de voie métallique (*planche XXXV*), p. 405; G. PETIT. — Mécanique : Détermination et emploi des lignes d'influence des tensions élastiques dans les arcs pleins et les arcs réticulaires articulés aux naissances (*suite et fin*), p. 406; BERTRAND DE FONTVIAULT. — Exposition universelle de 1889 : La menuiserie à l'Exposition de 1889, p. 408; SCHIELD-TREHERNE. — Études économiques : La question des traités de commerce, p. 411; ÉMILE BERT. — Correspondance : Le port du Havre et l'estuaire de la Seine, p. 412; J. DE COENE. — Nécrologie : Édouard Charton, p. 413. — Informations :

Dosage du silicium dans les ferro-siliciums et les silico-spiegels, p. 413. — Modification du frein de Prony, p. 414. — Nouvelle voie pour plaque de rotation dans les ponts tournants, p. 414. — Le tunnel sous l'Hudson-River à New-York, p. 415. — Dosage du soufre dans la houille, p. 415. — Nouvel engrais pour les vignes, p. 415. — Exposition des Sciences et Arts industriels en 1890, p. 415.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séance du 21 février 1890, p. 416. — Académie des Sciences, séances des 17 et 24 février 1890, p. 416; G. PETIT.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 416.

Planche XXXV : Nouveau système de voie métallique.

TRAVAUX PUBLICS

LE PONT DU FORTH

Le gigantesque pont construit sur le golfe du Forth, près d'Edimbourg, vient d'être inauguré officiellement. Le *Génie Civil* a suivi dans ses différentes phases la construction de cette œuvre importante⁽¹⁾, la plus considérable qui ait été réalisée, jusqu'à ce jour, dans l'ordre des grandes charpentes métalliques. Nous les résumons ici en reprenant ce qui vient d'être communiqué à ce sujet à la Société des Ingénieurs civils

But du pont. — Le pont a donc pour but de combler cette lacune, et de mettre en communication directe le nord de l'Angleterre et Edimbourg avec le nord-est de l'Ecosse; le nouveau pont de la Tay, achevé depuis un certain temps, et celui-ci l'étant également, les trains pourront aller directement vers Dundee, Aberdeen, etc., sans être obligés de contourner le Forth, en passant à Stirling, et la Tay, en passant à Perth, ce qui constitue un raccourcissement d'à peu près 45 kilomètres.

Compagnies intéressées. — Quoique ce raccourcissement ne soit pas bien considérable, le temps étant toujours *money* dans le Royaume-

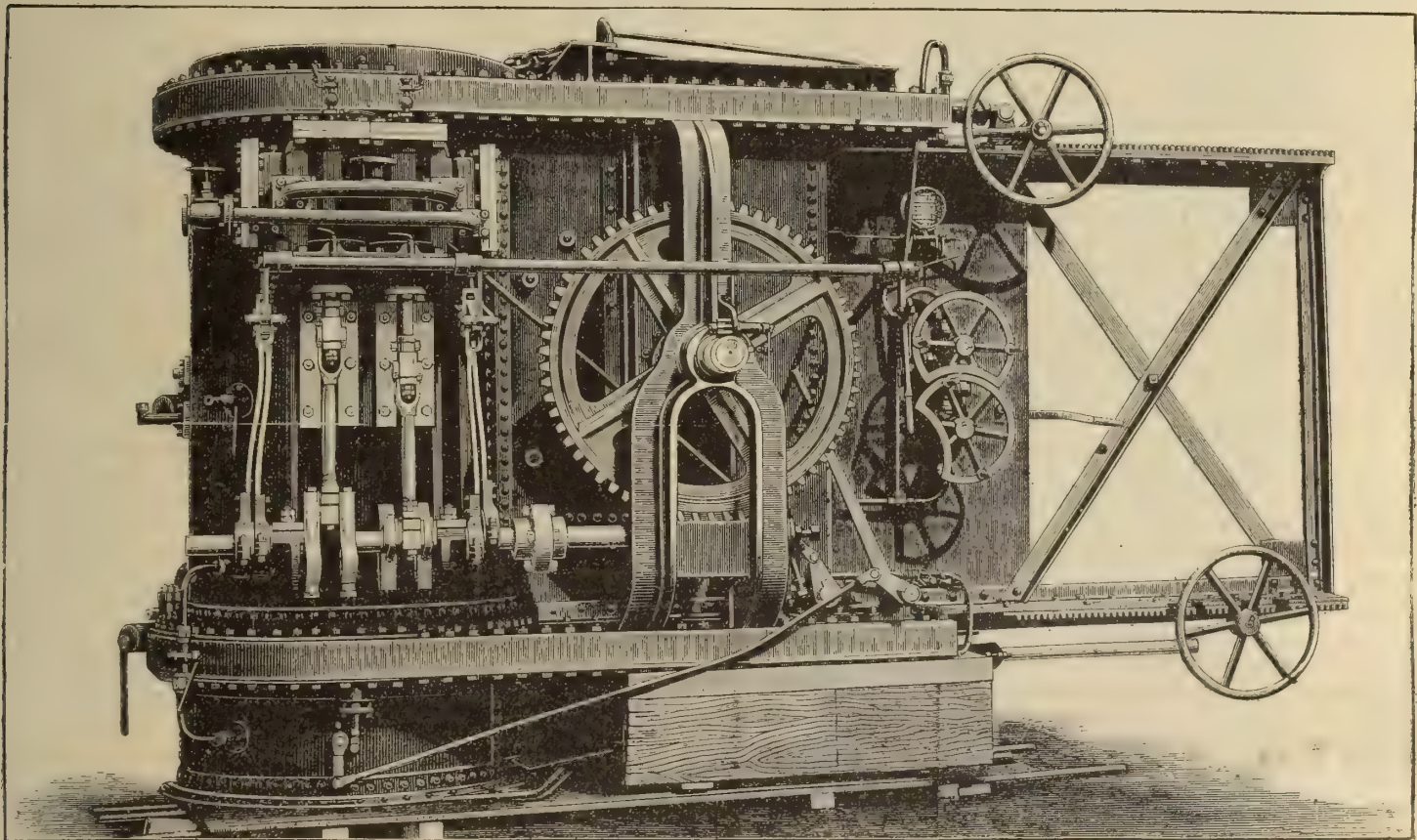


FIG. 4. — Sas à air des caissons de fondation des piles du pont du Forth.

par M. Coiseau, Ingénieur civil français, qui a eu l'honneur d'y collaborer pour l'établissement des fondations pneumatiques et de suivre sur place le travail ainsi que les différents moyens mis en œuvre pour son exécution. Les plans généraux et de détail de l'ouvrage et du matériel considérable dont il a nécessité l'établissement ou l'innovation, se retrouvent dans les numéros du *Génie Civil* que nous indiquons.

Situation géographique. — Le pont est situé à environ 12 kilomètres à l'ouest d'Edimbourg, dans le prolongement du chemin de fer qui conduit de la capitale au village de South Queensferry, d'où voyageurs et marchandises sont transportés par des *ferry-boats* sur l'autre rive du Forth, où le chemin de fer les reprend à nouveau, pour les transporter vers le nord de l'Ecosse.

Uni, les quatre grandes Compagnies, le *Great Northern*, le *North Eastern*, le *Midland* et le *North British Railway*, s'unirent pour faire les frais de l'exécution, et formèrent une nouvelle compagnie appelée : *The Forth Bridge Railway Company*.

Choix de l'emplacement. — Cette intention étant bien arrêtée, il ne restait pas de choix à faire dans l'emplacement du pont : en effet, à hauteur d'Edimbourg, en face de Leith, le golfe a environ 10 kilomètres, avec des profondeurs considérables; puis il se rétrécit, et, à Queensferry, il se resserre subitement et n'a plus que 1600 mètres de largeur, avec cette circonstance que la petite île de Inch Garvie le sépare en deux, en laissant de chaque côté une passe ou chenal d'environ 500 mètres, avec des profondeurs de 50 à 60 mètres au milieu. Au delà de Queensferry, le golfe s'élargit à nouveau pour se resserrer ensuite à 35 kilomètres vers l'ouest, à Stirling.

¹⁾ Voir le *Génie Civil*, t. II, n° 4, p. 90, pl. VII; t. VI, n° 9, p. 133; n° 44, p. 227; n° 24, p. 325, pl. XXV; t. IX, n° 1, p. 45; t. XII, n° 3, p. 33; n° 23, p. 354; t. XIII, n° 3, p. 36, pl. III; t. XV, n° 19, p. 409, et t. XVI, n° 9, p. 214.

Concours pour le projet. — Après l'achèvement du premier pont sur la Tay et sa mise en exploitation, la construction du pont sur le Forth avait été décidée, et Sir Thomas Bouch, le malheureux auteur de celui de la Tay, avait été chargé de sa construction; le pont devait être suspendu. A la suite de l'accident du pont de la Tay, les travaux furent arrêtés, l'Ingénieur mourut quelque temps après, et de nouveaux projets furent demandés aux Ingénieurs de la Grande-Bretagne.

Conditions à remplir. — Les conditions du programme du concours étaient les suivantes :

Construire un pont rigide, pour chemin de fer à deux voies, capable :

1° De supporter deux trains, pesant une tonne par pied courant, soit 3 328 kilogr. par mètre courant, un sur chaque voie, et d'une longueur illimitée;

2° De supporter, sur chaque voie, un train ayant en tête deux locomotives avec tender, de chacune 71 tonnes, remorquant 60 wagons à charbon de chacun 15 tonnes;

3° De permettre le passage de trains express marchant à la vitesse de 60 milles à l'heure (environ 100 kilomètres);

4° De résister aux plus grandes tempêtes, aussi bien pendant le montage qu'après achèvement, en admettant que la pression exercée par le vent soit de 56 livres par pied carré (environ 273 kilogr. par mètre carré), frappant tout ou partie du pont, et sous n'importe quel angle;

5° De laisser sous le tablier une hauteur et une largeur telles qu'à marée haute les plus grands navires à voiles puissent passer facilement dessous, sans aucune manœuvre préalable;

6° Toutes ces conditions étant remplies, l'acier, qui doit être employé dans la construction, ne devra, en aucun cas, travailler à plus de 10,5 kilogr. par millimètre carré.

Projets présentés. — Quatre projets furent présentés et parmi ceux-ci, celui de Sir John Fowler et Benjamin Baker fut accepté. Sir J. Fowler est l'Ingénieur bien connu par les travaux de chemins de fer qu'il a fait exécuter, aussi bien dans le Royaume-Uni que dans les colonies, et spécialement par les travaux du Métropolitain de Londres. Quant à Benjamin Baker, il est de beaucoup plus jeune : il a contribué pour sa part aux travaux dont nous venons de parler, et peut être considéré comme l'auteur du magnifique projet dont il est ici question.

Modifications au projet primitif. — Des modifications ont été apportées au projet primitif : la plus importante est celle relative aux tubes des piles qui, d'abord, étaient inclinés dans le sens longitudinal et ressemblaient à des bigues haubanées entre elles; tandis qu'elles ont été placées verticalement dans ce sens.

Dimensions principales. — La longueur totale du pont, y compris les viaducs d'approche, et de remblai à remblai, est d'un peu plus de un mille et demi (8098' ou 2470 mètres).

Longueur de la partie centrale, d'axe en axe, des piles d'extrémités des viaducs : 5349'6" ou 1631^m 60.

Portée des deux grandes travées : 521^m 55.

Longueur des consoles ou *Cantilevers* : 680' et 689'9", ou 207^m 40 et 210^m 37.

Longueur des poutres centrales : 350' ou 106^m 75.

Hauteur des piles, au-dessus du niveau de haute mer : 360' ou 109^m 80.

Hauteur entre le dessous du tablier et la haute mer : 150' ou 45^m 75.

L'idée fondamentale qui caractérise la construction est dans la forme adoptée : le principe consiste à élever de grandes piles métalliques (atteignant ici 110 mètres au-dessus de l'eau), qui portent de chaque côté un encorbellement ou console, système que les Américains qui, paraît-il, l'ont appliqué les premiers, nomment *Cantilever System*.

Sur l'extrémité de ces deux consoles en porte-à-faux, qui sont parfaitement équilibrées, pendant la construction comme après son achèvement, vient reposer une poutre ordinaire de pont, ayant ici une longueur de 350' (106^m 75), avec semelles supérieures paraboliques, qui est supportée librement en ces points, avec toute liberté de dilatation, comme si elle reposait sur des piles ordinaires. Le principe revient, en somme, à constituer des piles dont la surface d'appui supérieure soit très étendue, tout en leur assurant la stabilité nécessaire sur leur base d'appui propre, très petite en proportion.

Disposition des piles. — Les trois piles centrales reposent chacune sur quatre piliers en maçonnerie, ayant à leur base (70') 21^m 35, cylindriques sur une hauteur variant avec la profondeur à laquelle elles sont fondées, et se terminant en tronc de cône avec (60') 18^m 30 un peu au-dessous de marée basse, et (49') 14^m 95 au sommet.

Portée des poutres des viaducs. — Les portées de poutres des viaducs varient de 168' à 179', c'est-à-dire de 51^m 24 à 54^m 60.

Comparaison avec les principaux ponts. — Comme on le voit, les dimensions de ce pont, et surtout celles des deux travées centrales, sont gigantesques; elles laissent de beaucoup en arrière tout ce qui a été fait jusqu'ici. Voici, en effet, les portées des plus grandes travées existantes :

Le pont de Kulembourg a.	147 ^m 70
— de Saint-Louis	156 »
— de Poughkepssee	157 »
— Maria Pia sur le Douro.	160 »
— de Garabit.	165 »
— Luiz 1 ^{er} sur le Douro.	172 50
— de Monongahla.	244 »

Même le fameux pont suspendu de Brooklyn, qui ne peut en aucune façon être comparé à celui du Forth, n'a que 488 mètres.

Il a fallu de l'audace pour concevoir un semblable projet et le mettre à exécution. Aussi M. B. Baker est-il placé dès maintenant par ses compatriotes à la hauteur des Brunel et des Stéphenson; cet honneur sera certainement ratifié par les Ingénieurs étrangers.

Mode de construction. — D'une façon générale, toutes les parties métalliques du pont travaillant à la compression ont la forme tubulaire, et celles travaillant à la traction, de poutres croisillonnées à section rectangulaire.

Dilatation sur les piles. — La base des parties métalliques des piles est formée par un cadre rigide, composé, dans le sens longitudinal du pont, de tubes, et, dans le sens transversal, de poutres à section rectangulaire. Les tubes ont 260' (79^m 30) de longueur, pour la pile centrale; ils ont 145' (44^m 22) pour les deux autres. Les poutres transversales ont 120' (36^m 60) de longueur. Il fallait prévoir les effets de la dilatation sur ce cadre et en tenir compte : le mouvement s'opère par glissement de la base du tronc sur la plaque de fondation, le tronc nord-est de chaque pile étant fixe.

Le « skewback » ou tronc, d'où partent cinq tubes et quatre poutres, a une base composée de plaques d'acier formant une épaisseur totale de 0^m 10 absolument plane; celle-ci repose, sans interposition aucune, sur la plaque de fondation, qui est composée de même de plaques d'acier formant aussi 0^m 10 d'épaisseur, et cette plaque est reliée à la maçonnerie par quarante-huit boulons solidement ancrés dans celle-ci. Sur environ 0^m 60, et tout autour, la plaque de fondation est entourée d'une nouvelle épaisseur de plaques d'acier, ce qui constitue un bassin dans lequel on met du pétrole ou des huiles grasses, qui doivent faciliter le glissement de la pile sur sa base.

Sur les plaques de fondation des quatre piliers constituant une des piles, le tronc est fixé différemment par quatre boulons : à la pile nord-est, les trous de la plaque ont le même diamètre; à celle sud-est, le trou des boulons est oblong et permet au tronc un mouvement dans le sens longitudinal; à celle sud-ouest, le trou est triangulaire et permet un mouvement dans les deux sens; enfin, à la pile nord-ouest, les trous sont rectangulaires et permettent un mouvement dans tous les sens.

Adjudication. — La mise en adjudication eut lieu le 21 décembre 1882. Les travaux furent adjugés à sir Thomas Tancred, M. Arrol et Co, pour la somme de 1 600 000 livres sterling, environ 40 millions de francs.

Commencement des travaux. — Les travaux commencèrent dans les premiers mois de l'année 1883. On installa des ateliers complets, munis des machines-outils les plus perfectionnées pour le travail des métaux, et comprenant, entre autres machines remarquables, une presse hydraulique à quatre cylindres pouvant développer un effort de 4 000 tonnes, pour le cintrage des tôles des tubes. Une usine hydraulique fut montée avec accumulateur distribuant la pression à soixante-dix atmosphères dans les ateliers, dans les chantiers et jusqu'à la grande pile sud. On établit aussi une usine électrique, faisant fonctionner, en pleine activité, 80 lampes à arc de 3 000 bougies et 500 lampes à incandescence. Les bureaux et logements des Ingénieurs et employés de la Compagnie et des entrepreneurs, furent également installés sur ce point, avec des logements pour les ouvriers, des cantines, des magasins, une église, etc.

Ces ateliers furent réunis par une voie de chemin de fer au North British Railway et à l'estacade conduisant aux piles du viaduc et à la grande pile sud, par un plan incliné, par lequel tous les matériaux, arrivant par chemin de fer ou provenant des ateliers, ont été descendus pour être employés ou chargés sur bateaux, pour aller à l'île Garvie et à North Queen'sferry.

A l'île Garvie, des estacades très importantes, une usine hydraulique, une usine électrique furent aussi montées. Il en fut de même à North Queen'sferry. Pour donner une idée de l'importance des installations qui ont été faites et du matériel destiné au travail, il nous suffira d'ajouter que tout cela a coûté près de 10 millions de francs.

Nature des terrains. — Le terrain qui forme les deux versants et le lit du golfe est composé, du côté de South Queen'sferry, de roches schisteuses qui sont apparentes jusqu'à la sixième pile du viaduc; elles sont recouvertes par une couche de vase d'abord, et, plus loin, par une couche d'argile, dont l'épaisseur n'a pas été déterminée par les sondages. Ces couches se continuent et forment le lit du premier chenal; puis des roches basaltiques émergent vers le milieu et forment l'île d'Inch Garvie; elles disparaissent à nouveau sous le lit du

deuxième chenal, où elles sont recouvertes par la vase et l'argile, et reparaissent sur la rive à North Queen'sferry.

Fondation et maçonneries des piles. — La fondation des piles du viaduc d'approche n'a présenté aucune difficulté du côté de North Queen'sferry : toutes les fondations se trouvent au-dessus du niveau de l'eau, et le sol sur lequel elles ont été construites était formé de roches basaltiques très dures. Il a suffi de régler le terrain et de commencer ensuite la maçonnerie, qui est en moellons de basalte et en mortier de ciment ; les parements sont en moellons de bossage en granit d'Aberdeen ; les angles et encadrements sont en pierre de taille de même provenance. Ces piles furent d'abord élevées de ce côté à environ 40' (12^m20) au-dessus de l'eau, pour être continuées plus tard comme nous le dirons ci-après.

Du côté de South Queen'sferry, six des piles ont été fondées à sec sur le rocher. Pour les quatre dernières, on a dû avoir recours à des batardeaux, le terrain se trouvant au-dessous de marée basse et se composant : 1° d'une couche de vase variant de 2' à 10' d'épaisseur, puis d'une couche d'argile très dure dont l'épaisseur n'a pas été déterminée. Les batardeaux étaient formés de deux files de pieux battus jointivement à la sonnette à vapeur ; l'intervalle entre ces deux coffres, qui était d'une largeur de 6' (1^m83), fut rempli d'argile ; par des épuisements énergiques, le sol fut mis à sec, nettoyé, et la fondation fut commencée et continuée jusqu'au-dessus de marée haute. Les parements de ces piles sont, comme ceux de Queen'sferry, en granit d'Ecosse. La construction des batardeaux et des piles a duré dix mois ; cependant tout a bien marché, aucun accident ne s'est produit. Toutes ces piles ont été laissées à une hauteur de 30' (9^m15) environ au-dessus de marée haute, et ont été continuées jusqu'à 140' (42^m70), leur hauteur définitive, de la façon que nous indiquerons plus loin.

Piles principales. — Chacune des trois piles principales se compose elle-même de quatre éléments cylindriques en maçonnerie, ayant à la base 70' de diamètre, puis se réduisant à 60' ; enfin à 18' au-dessus de marée haute, c'est-à-dire au niveau auquel se termine la maçonnerie, et où commence la pile métallique, il n'y a plus que 49'. Les parements sont en moellons de bossage et en pierres de taille de granit.

Fondations à North Queen'sferry. — Trois des éléments de la pile de North Queen'sferry n'ont présenté rien de remarquable en ce qui touche la fondation, le sol étant du roc et se trouvant au-dessus de l'eau ; le quatrième se trouve en partie à sec et en partie dans l'eau, le point le plus bas étant à 3 mètres sous marée basse. On a suivi, pour la construction, un procédé permettant de voir le fond : on a entouré le caisson d'un batardeau formé de palplanches portant un sabot en fonte entrant dans le rocher ; on a pu rendre ce coffrage étanche en coulant autour du ciment, mais non sans de grandes difficultés.

Pile de South Queen'sferry. — Les quatre éléments formant la grande pile de South Queen'sferry sont fondés sur caissons, les deux du sud à (71' et 73') 21^m60 et 22^m25, et les deux du nord à (84' et 90') 25^m60 et 27^m15 sous marée haute.

Les auteurs du projet décidèrent que ces piles seraient fondées à l'aide de l'air comprimé. En relation avec l'un des entrepreneurs, sir Th. Tancred, M. Coiseau fut invité par celui-ci à se charger de la fondation. Les caissons ont à la base 70' (21^m34) de diamètre, et 357^m235 de surface ; ils sont cylindriques sur une hauteur qui varie de (28' à 43') 8^m50 à 13^m10, suivant la profondeur à laquelle ils sont descendus ; puis ils affectent la forme tronconique sur (24') 7^m22 de hauteur, avec un diamètre de (60') 18^m29 : c'est ce qui compose le caisson proprement dit, et qui reste lié à la maçonnerie. Sur le sommet du tronc de cône, qui se trouve à environ (1') 0^m30 sous marée basse, un batardeau a été boulonné avant le fonçage du caisson ; à l'abri de ce batardeau, la pile a été achevée, puis le batardeau, qui avait (36') 10^m98 de hauteur, a été enlevé.

Tout le matériel de fonçage et les caissons ont été étudiés par les Ingénieurs anglais. Ces caissons ont des épaisseurs auxquelles nous ne sommes plus depuis longtemps habitués sur le continent : ils pèsent plus de 1 000 kilogr. par mètre superficiel. Ils ont été construits sur leur hauteur entière sur la rive de South Queen'sferry, puis mis à l'eau par lançage suivant le même procédé que pour les navires ; ils ont été ensuite remorqués et amenés dans la position qu'ils devaient occuper. On les a d'abord chargés sur le plafond d'une couche de béton, dont la composition est, comme pour celui employé dans tout le pont, de 1 de ciment, 1,5 de sable et 5 de pierre cassée ; comme ces caissons sont à double paroi, celle intérieure étant espacée de l'autre de 5,6" (1^m65), on a rempli l'intervalle également avec du béton.

Aussitôt que le caisson a touché le fond et qu'il a été suffisamment chargé pour ne plus se relever à marée haute en soufflant dans la chambre de travail, les ouvriers sont descendus par les échelles placées à la partie supérieure au-dessus du niveau de l'eau, dans la chambre de travail, et ont commencé à déblayer le fond, qui se composait premièrement d'une couche de vase peu résistante, variant de 4 mètres à 6 mètres d'épaisseur, puis d'une couche d'argile entièrement résistante, tantôt remplie de rognons de silex, tantôt pure,

dont l'épaisseur n'a pas été déterminée, même par des forages poussés jusqu'à (200') 61 mètres. La vase a été évacuée de la chambre de travail, partie par l'air comprimé qui la refoulait par-dessous le tranchant, partie par des éjecteurs. Quant à l'argile, sa résistance était telle que les ouvriers parvenaient à peine à l'entamer avec des outils spéciaux. Des essais de désagrégation à la poudre, à la dynamite, à l'eau, avaient été faits sans produire aucun résultat, lorsque le chef de service eut l'idée de se servir de la pression hydraulique, qu'il avait sous la main, pour faire fonctionner une pelle hydraulique, qui fut immédiatement construite par M. Arrol. Cette pelle se composait d'un cylindre en fer dans lequel circulait un piston à l'extrémité de la tige duquel était fixée la bêche.

Pour faire fonctionner cet outil, on prenait appui sur le plafond de la chambre de travail, l'eau introduite poussait le piston et sa bêche, et celle-ci pénétrait dans le sol sur une hauteur de 0^m30. D'observations faites, il résulte que, pour entamer le sol, de cette façon, il fallait un effort de 60 kilogr. par centimètre carré. Les morceaux d'argile ainsi détachés étaient chargés dans une benne mesurant 0^m3 75, qui était enlevée dans l'écluse à déblais par un treuil à vapeur ; en haut, les deux portes étaient manœuvrées par des pistons hydrauliques, puis la benne était enlevée de l'écluse par une grue à vapeur placée sur le sommet du batardeau.

Les ouvriers travaillant dans les caissons n'ont pas été incommodés tant que la pression n'a pas dépassé deux atmosphères ; à partir de ce moment et successivement au fur et à mesure de l'augmentation de pression, ils sont tous tombés malades, la plupart légèrement et quelques-uns gravement, à ce point que les équipes ont dû être renouvelées trois fois ; et cela, malgré les précautions prises, telles que l'éclusage lent pour la sortie, le chauffage des sas, les bains, les heures de travail réduites à trois par poste. La pression a atteint par moments jusqu'à 3 atmosphères, et il était grand temps que cette situation ne se prolongeât pas davantage, car les ouvriers, qui étaient de nationalités française, belge et italienne, étaient à bout de forces. Le grand malaise que ces ouvriers éprouvaient doit non seulement être attribué à la pression, mais aussi aux gaz dégagés par le terrain, gaz qui, de temps à autre, s'enflammaient, sans cependant produire de détonation.

L'éclairage des chambres de travail était fait par des lampes électriques à incandescence.

Le travail de fondation a régulièrement marché, sauf pour le caisson nord-ouest, auquel est arrivé un accident. Ce caisson, n'étant pas encore amarré à sa place définitive et étant chargé d'environ 2 000 tonnes, touchait le fond à chaque marée basse ; à une certaine marée, il est resté collé à la vase, et la marée en montant est passée par-dessus la partie supérieure et l'a rempli. A marée descendante, aucun contremaître ni ouvrier ne se trouvant là, car c'était à la Noël, l'eau est restée dans le caisson, elle l'a chargé considérablement, le couteau, du côté du thalweg du chenal, s'est enfoncé dans la vase et le caisson s'est tellement incliné, que sa partie supérieure s'est trouvée sous l'eau, même à marée basse. Cet accident aurait pu être évité, si l'on avait fait écouler l'eau de l'intérieur, à la marée descendante. Il fallut le relever pour le ramener à sa place et le fonder. A la suite d'essais infructueux, le moyen suivant a été employé pour son relevage : autour du caisson, on a descendu au niveau du terrain un anneau en acier, d'un diamètre supérieur de 0^m30 à celui du caisson ; dans cet anneau, on a placé des planches à rainure et languette tout autour du caisson, formant ainsi comme un immense tonneau, lequel, après avoir été entretoisé intérieurement, a été capable de résister à la pression de l'eau ; en épuisant à l'intérieur, le caisson s'est relevé, puis il a été ramené à sa place et foncé sans difficultés. Le relevage de ce caisson a duré huit mois, tandis que la mise en place à profondeur de chacun des autres n'a duré que trois mois.

Piles d'Inch Garvie. — Des quatre éléments composant la pile d'Inch Garvie, les deux éléments nord ont été fondés, pour ainsi dire, à sec, le sol se trouvant en partie au-dessus de l'eau à marée basse. Quant aux deux éléments sud, qui sont descendus l'un à 75' (22^m87), l'autre à 82' (25^m01), sous marée haute, ils ont présenté plus de difficultés : la roche basaltique sur laquelle ils sont fondés était fortement inclinée, présentant, sur les 70' (21^m34), d'un côté à l'autre du caisson, une différence de niveau de près de 6 mètres.

Le projet qui avait été adopté, et qui avait reçu un commencement d'exécution, consistait à construire des caissons sans fond à double paroi, celle intérieure laissant un espace destiné à être rempli de béton et d'argile, la partie inférieure découpée exactement suivant les sinuosités de la roche. Ces caissons, dont la construction était commencée, devaient être amenés à leur place par des flotteurs, puis descendus sur la roche. L'espace annulaire devait être rempli de béton ; à l'extérieur, on devait couler des sacs de béton, et entre ceux-ci et la tôle du caisson, du ciment liquide, puis épuiser. Ce procédé, qui rappelait celui employé par Brunel au pont de Saltash, et qui présentait tant de difficultés, ne semblait pas satisfaire entièrement les Ingénieurs : épuiser sur une hauteur de 22 mètres environ, pour pouvoir aller entailler le fond, afin de ne pas établir la pile sur un plan incliné, semblait extrêmement chanceux. Invité par Sir J. Fowler,

M. B. Baker et les constructeurs, à donner son opinion sur ce projet, M. Coiseau le déconseilla, tout en proposant de construire les deux éléments au moyen de caissons et d'air comprimé, en indiquant un mode d'exécution précis, pour la mise et le maintien en place de ces caissons. Sa proposition fut adoptée, et il prit l'engagement d'exécuter à forfait, dans les huit mois, sous peine d'une forte amende par jour de retard, et par contre, sous bénéfice d'une prime par jour d'avance, la fondation de ces deux éléments, avec responsabilité entière. Le travail a régulièrement marché, et sa durée a été de six mois pour les deux.

Voici comment on a procédé : on a rempli de sable environ 50 000 sacs, qui, chargés dans des bateaux, ont été amenés et coulés, pendant les étiages de marée haute et de marée basse sur le roc, dans les parties les plus basses à l'emplacement du tranchant du caisson ; un sol artificiel a été ainsi formé et a été élevé jusqu'à 1 mètre au-dessus du point le plus haut du rocher. Le caisson a été ensuite amené à sa place, puis chargé de béton jusqu'à ce que, à marée haute, et en soufflant dans la chambre de travail, il ne se relevât plus, ce qui, à marée basse, donnait sur le tranchant une charge d'environ 2 000 tonnes. Celui-ci vint d'un côté s'appuyer sur le rocher, et, sur la majeure partie de son pourtour, sur les sacs à travers lesquels il pénétra, jusqu'à ce que ceux-ci vinssent rencontrer la banquette de 1 mètre de largeur placée à mi-hauteur des consoles de la chambre de travail. La surface d'appui devenant considérable, et la charge sur les sacs n'étant plus que de 2 à 3 kilogr. par centimètre carré, le caisson s'arrêta, et cela tout à fait horizontalement ; les ouvriers descendirent alors dans la chambre, et le déblai de la roche fut exécuté.

Cette roche étant de basalte, il a fallu la faire sauter à la mine. Les trous ont été percés à l'aide de perforatrices « éclipse » mues par l'air comprimé. L'explosif employé a été la tonite, espèce de coton-poudre donnant peu de fumées et de gaz, à ce point que les ouvriers se contentaient de se retirer dans la cheminée d'écluse pendant l'explosion des mines ; le feu était mis à celles-ci au moyen de l'électricité, par une dérivation prise sur le courant alimentant les lampes électriques.

La roche a été enlevée de façon à former, sur toute la surface des caissons, une surface d'appui tout à fait horizontale. Les chambres de travail ont été alors remplies de béton, la partie supérieure des caissons également, et la fondation s'est ainsi trouvée achevée. La partie au-dessus de marée basse a été achevée à l'abri des batardeaux dont il a été parlé plus haut.

Achèvement des piles des viaducs. — Les poutres de tablier des viaducs ont été montées et entièrement terminées, quand les piles en maçonnerie avaient atteint la hauteur de 40' (12^m 20) au-dessus de l'eau ; on a terminé alors l'élévation de ces piles progressivement et en élevant à mesure le tablier, jusqu'à la hauteur définitive de 150' (46^m 25). Ce levage a été fait au moyen de vérins hydrauliques, par étages de 6' (1^m 83), et en prenant chaque fois appui sur la maçonnerie déjà terminée. Ce procédé, qui était très sûr comme exécution, a dû être peu économique, et il aurait sans doute été préférable et plus rapide d'opérer par lançage, pour ces poutres droites, en terminant d'abord les piliers.

Travail à l'atelier. — Tout l'acier employé dans la construction a été usiné à l'atelier spécial installé auprès du chantier. Tous les trous ont été forés ; les cornières, plats, tôles ont été coupés à la scie et non cisailés.

Construction des tubes. — Les tôles d'acier, composant les tubes des piles principales et aussi les membres inférieurs des grandes travées, ont été embouties au moyen d'une presse hydraulique de 1 000 tonnes, refroidies ensuite avec beaucoup de soin, puis chanfreinées à froid sur tout leur pourtour ; elles avaient une longueur de 16' et une largeur de 51 (4^m 88 $\times$ 4^m 295). Pour le perçage, ces tôles étaient montées, à l'aide de serre-joints sur leur squelette, placé lui-même sur des chantiers en bois ; une machine spéciale à huit forets mue par la vapeur et circulant sur des rails placés de chaque côté du tube, faisait le travail de perçage des tôles et membrures assemblées. L'épaisseur de ces tôles varie de 28 à 32 millimètres.

Membrures supérieures. — Les tôles et cornières, formant les poutres de membrures supérieures, étaient d'abord assemblées sur boulons, puis les trous percés à la fois à travers toutes les épaisseurs à réunir, par une machine à onze forets qui mettait en œuvre environ 8 000 kilogr. de métal par jour.

Montage. — Le montage a été commencé sur les trois piles principales en même temps, en 1886. Les membres inférieurs ont été posés avec les grues, jusqu'à la hauteur de 7 à 8' au-dessus de la maçonnerie. A cette hauteur, une plate-forme, composée des membres supérieurs de la pile, fut établie de la façon suivante : dans chacun des tubes, et transversalement, deux des tôles étaient laissées provisoirement à poser ; deux grandes poutres en acier venaient les traverser, et former, avec deux autres placées dans l'autre sens, le cadre de la plate-forme, sur lequel un plancher solide était établi ; on vint monter les grues et autres accessoires nécessaires au montage. Cette plate-

forme était élevée par des presses hydrauliques qui, en plusieurs courses, élevaient la plate-forme de la hauteur d'une tôle. A cette plate-forme étaient suspendues les cages de rivetage avec leurs presses hydrauliques, qui pouvaient, sans déplacement de la cage, river une hauteur de 16' (4^m 88).

Quand cette plate-forme fut arrivée au sommet des colonnes, elle fut rivée à celles-ci et la pile fut terminée. Le montage des membres inférieurs se fit à l'aide de grues placées sur la partie supérieure et sur la poutre devant porter la voie. Les grues du sommet étaient hydrauliques et avaient un poids de 50 tonnes ; elles mettaient les tôles et cornières des membres inférieurs et supérieurs en place, et servaient à faire avancer les cages à river.

Croisillons. — Les croisillons étaient mis en place et rivés de la même façon.

Travée centrale. — La travée centrale, après bien des hésitations, a été montée de la même manière que les consoles. Ses extrémités ont été reliées à celles des consoles à la partie supérieure par des plaques d'acier, attachées sur les semelles des consoles et sur les siennes, ces attaches étant capables de supporter entièrement la demi-poutre ; à la partie inférieure, un bloc d'acier a été placé entre les deux montants, de façon à faire relever légèrement le milieu de la poutre. La réunion des deux parties s'est faite en commençant par des semelles inférieures, en choisissant le moment de la journée où la température était maximum ; la poutre était donc légèrement bombée vers le haut. Quand la température a baissé, la contraction des consoles a eu lieu ; les blocs d'acier, placés entre les deux extrémités de la poutre et des consoles sont devenus libres, ils ont été retirés, et la poutre est venue, en se redressant, poser librement sur ses appuis définitifs. En même temps, et lorsque les semelles supérieures se sont trouvées dans la position qu'elles devaient occuper définitivement, ce qui a eu lieu à la température la plus basse, la jonction a été faite, les tirants reliant la poutre aux consoles ont été ôtés, et la poutre milieu s'est trouvée définitivement à sa place.

Quantités de matériaux. — Il est entré dans la construction du pont : 80 000 mètres cubes de béton et maçonnerie ; 50 000 tonnes d'acier environ. La construction, qui avait été adjugée à 40 000 000 de francs, coûtera finalement près de 75 000 000.

Les essais du pont du Forth.

Les essais du pont du Forth ont été effectués le 21 janvier dernier dans les conditions suivantes. On a fait partir côte à côte, de l'extrémité sud, deux trains comprenant chacun deux locomotives de consolidation de 72 tonnes, 50 wagons chargés du poids de 13¹/₂, avec une locomotive de 72 tonnes en queue ; le poids total de chaque train était de 900 tonnes, et ils occupaient une longueur de 300 mètres avec les tampons serrés, et de 312 mètres sans serrage.

Les trains partirent avec une faible vitesse et s'arrêtèrent lorsque les locomotives de tête arrivèrent aux trois quarts environ de la poutre centrale qui relie les piles d'Inchgarvie et de Queensferry ; la locomotive de queue se trouvait au centre de cette dernière. Cette répartition de la charge est considérée comme la plus défavorable pour la poutre-cantilever nord de Queensferry. On a observé les mouvements suivants : les arbalétriers verticaux du pylône central de Queensferry se sont inclinés de 28 millimètres vers le nord. L'extrémité nord de la même poutre a fléchi de 127^m/_m 5, l'extrémité sud de la poutre-cantilever d'Inchgarvie de 40^m/_m 5, en même temps que l'extrémité sud de cette dernière prenait tout le jeu dont elle est susceptible et remontait de 45 millimètres. Le relevage du cantilever total de Queensferry était de 28^m/_m 5.

Les trains continuèrent ensuite leur marche de manière à charger la poutre-cantilever nord d'Inchgarvie dans des conditions analogues à celles de l'expérience précédente. Les arbalétriers verticaux du pylône central d'Inchgarvie s'inclinèrent de 31 millimètres vers le nord, tandis que ceux du pylône central de Fife prenaient une inclinaison de 12^m/_m 5 vers le sud. La flexion à l'extrémité du cantilever nord d'Inchgarvie a atteint 186 millimètres, et à l'extrémité du cantilever sud de Fife, 63^m/_m 7 ; en même temps l'extrémité du cantilever sud d'Inchgarvie se relevait de 89 millimètres.

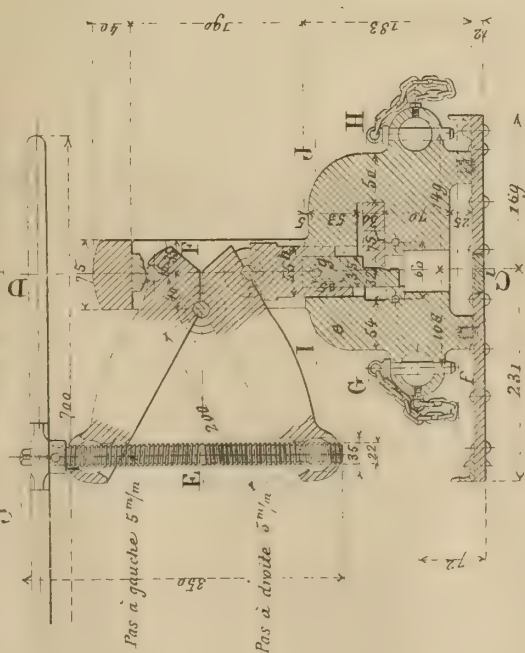
Des essais définitifs doivent être faits pour la réception officielle de l'ouvrage par MM. Hutchinson et Marindin, du corps des "Royal Engineers", chargés par le Parlement de suivre et de contrôler les travaux.

Le pont du Forth a été ouvert le 4 mars dernier par le prince de Galles, assisté des Ingénieurs Sir John Fowler et Benjamin Baker qui a, ainsi que l'entrepreneur général, M. William Arrol, été créé baronnet à cette occasion. Nos grandes Compagnies de chemins de fer avaient été convoquées à la cérémonie d'inauguration et s'y étaient fait représenter par des membres de leurs Conseils d'administration et quelques-uns de leurs principaux Ingénieurs. M. Eiffel était également présent. M. Georges Picot, administrateur de la Compagnie des chemins de fer du Midi a porté la parole au nom des Ingénieurs français.

Les premiers travaux ont été commencés au début de l'année 1883. La construction a donc employé huit années.

MACHINE A ENCOCHER LES CLAVETTES de M^r Paul Moncharmont.

Fig. 1. Elevation et Coupe suivant AB.



CHEMINS DE FER

NOUVEAU SYSTÈME DE VOIE MÉTALLIQUE

(Planche XXXV.)

M. P. Montcharmont, Ingénieur, ancien élève de l'École Centrale, a combiné récemment un nouveau système de voie métallique, conçu en vue de son application au rail à patin, et caractérisé par un mode spécial ingénieux de fixation de ce rail sur la traverse.

Les traverses portent, rivés sur elles, des coussinets creux en fonte ou plats en acier, dans lesquels les rails sont maintenus au moyen d'une clavette indesserrable en fer ou en acier.

Lorsque les coussinets sont plats leur partie supérieure *a* (fig. 1), sur laquelle le rail repose directement par son patin, a l'inclinaison voulue et porte deux mâchoires :

1° L'une à l'extérieur de la voie, dans laquelle le rail s'emboîte par un bord de son patin;

2° L'autre à l'intérieur, qui laisse entre elle et le patin du rail un vide conique destiné à recevoir une clavette pour produire le serrage du rail dans le coussinet.

Du côté de la clavette de serrage, la tablette du coussinet et la mâchoire correspondante sont percées d'un trou transversal circulaire, dans lequel pénètre un verrou ou goujon d'arrêt, qui remplit également une échancrure demi-circulaire pratiquée dans la clavette et destinée à prévenir tout mouvement de déplacement longitudinal de cette clavette dans l'un et l'autre sens.

La fixation du rail dans le coussinet au moyen de la clavette indesserrable implique deux opérations bien distinctes, et qui sont le serrage à bloc et l'arrêt de la clavette.

Pour réaliser ces conditions, il est nécessaire de mettre la clavette *b* en place, lorsque le rail a été préalablement emboîté dans le coussinet, de la serrer suffisamment et repérer sur elle la position de l'encoche, qui devra concorder avec le trou du coussinet. La clavette est ensuite retirée de celui-ci et encochée exactement au point voulu sans subir de déformation, puis replacée dans le coussinet et chassée jusqu'à ce que l'encoche coïncide avec le trou de celui-ci. Il suffit alors, pour la fixer, de mettre en place le goujon d'arrêt.

Pour obtenir l'encoche de la clavette rapidement et sans la déformer, M. Montcharmont a imaginé un appareil spécial facilement transportable à bras d'hommes sur le chantier, et avec lequel on pratique cette encoche directement par poinçonnage.

Cette machine à encocher proprement dite (fig. 1, 2, 3 et 4, pl. XXXV), est formée d'un bâti *e*, d'une seule pièce en acier forgé, percé d'une mortaise à section polygonale ou baie d'encoche, dans laquelle on introduit la clavette à encocher.

La partie inférieure du bâti porte deux pieds qui sont fixés sur une plaque d'appui en tôle ou plateau *f*. Ce dernier est encadré supérieurement par une bordure en cornières rivées, qui le protègent contre le sable et la terre lorsque la machine repose sur la voie.

Le corps du bâti est pourvu latéralement de deux oreilles percées d'un trou cylindrique, destinées à recevoir les bouts ou tenons d'un agencement spécial, qui relie la machine à un rail de la voie et lui fournit la stabilité nécessaire à son fonctionnement.

Le poinçon *g* de la machine est, à sa partie supérieure, à section rectangulaire terminée par deux demi-cercles et maintenue dans le porte-outil *h*, dont le logement intérieur est de même section que l'outil et le pourtour cylindrique. Il comporte un prolongement opposé à sa partie active, qui forme un redan plus large que la profondeur de l'encoche à produire.

Le prolongement du poinçon porte intérieurement une entaille ou cran destiné à donner prise à un crochet pour le retirer par le bas de la machine. A cet effet, ce crochet ou tire-poinçon est introduit par un trou circulaire pratiqué dans le plateau de la machine et qui, en temps ordinaire, est bouché par un tampon ou visen bronze *i*.

La partie inférieure du socle du bâti est pourvue d'une matrice cir-

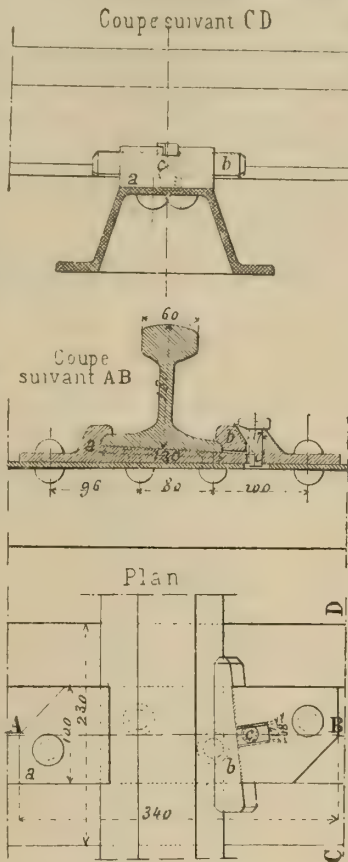


FIG. 1. — Fixation d'un rail de 43 kilogr. le mètre, sur traverse à coussinets plats.

culaire extérieurement et percée intérieurement d'un trou de même section que la partie supérieure du poinçon.

Suivant que la clavette est à gauche ou à droite, l'on fait usage pour la buter de l'une ou l'autre des cales représentées par la figure 5 (pl. XXXV), sur laquelle la clavette est également indiquée.

Ces cales *k* et *k'* sont formées chacune par un parallépipède rectangle coupé longitudinalement par un plan qui fait, avec les arêtes du parallépipède, un angle égal à l'angle de serrage horizontal de la clavette et est en talus d'environ $1/2$ millimètre, pour faciliter le dégagement de la clavette encochée lorsque l'on produit le mouvement de remontée du poinçon. Ces cales sont en outre munies d'un talon correspondant au gros bout de la clavette, pour prévenir tout glissement longitudinal de celle-ci pendant l'action du poinçonnage, et ont une poignée pour faciliter leur usage.

Une clavette à droite et une clavette à gauche, munies chacune de trois encoches, sont représentées dans la figure 6 (pl. XXXV). Deux supports en équerre, *l* et *m*, sont montés sur le plateau de la machine, en face de l'entrée et de la sortie de la baie d'encoche et s'élèvent à la hauteur de la matrice, pour pouvoir supporter la clavette et sa cale.

Il résulte de l'emploi des cales, que la clavette étant butée d'une part par son gros bout et s'appuyant d'autre part contre le bord oblique de sa cale, l'encoche sera pratiquée toujours à la même profondeur sur le bord taillé en biseau.

Le poinçonnage s'effectue sans machage ni bavure, avec des bords vifs et suivant une section régulière, en ce sens que l'outil ne peut ni se tordre ni dévier de son mouvement rectiligne et que la clavette et la cale, butées l'une contre l'autre, ne peuvent reculer.

L'auteur a désigné sous le nom d'attelage un agencement spécial qui sert à rattacher la machine à un rail de la voie lorsque l'on veut s'en servir. Cet attelage (fig. 7 et 8, pl. XXXV) comprend deux fourches réunies par une tringle, le tout en acier forgé.

La fourche *a* est formée par deux branches reliées entre elles par une entretoise, et terminées par deux embrasses en forme de coussinet qui sont destinées à envelopper le pourtour déterminé par l'âme et le patin du rail, et à être serrées extérieurement contre ce rail au moyen de deux coins en bois.

La largeur minimum de l'entrée de ces embrasses est supérieure de quelques millimètres à la largeur du patin du rail, afin de permettre, après avoir retiré le ballast sous le rail entre deux traverses, d'engager cette fourche de manière à envelopper le rail avec chacune de ces embrasses, et les caler avec les coins *b* et *b'*.

La tringle *c* est librement articulée à la fourche précédente, et se termine par un tourillon, sur lequel est montée une seconde fourche *d*, dont les branches recourbées sont engagées dans les oreilles de la machine à encocher. Des goujons *e* et *e'*, retenus par des chaînettes, traversent les trous des oreilles de celles-ci, et les branches de la fourche, de manière à solidariser le tout.

La double articulation qui résulte de la broche de la fourche *a* et du tourillon de la fourche *d*, permet à la machine de reposer franchement sur le ballast, quelles que soient l'inclinaison et la hauteur de celui-ci par rapport au rail.

Cet agencement assure à la machine une position fixe et empêche son déplacement lorsque l'on agit sur le mécanisme actionnant le poinçon.

Pour repérer sur la clavette non encochée et enfoncée dans le cou-

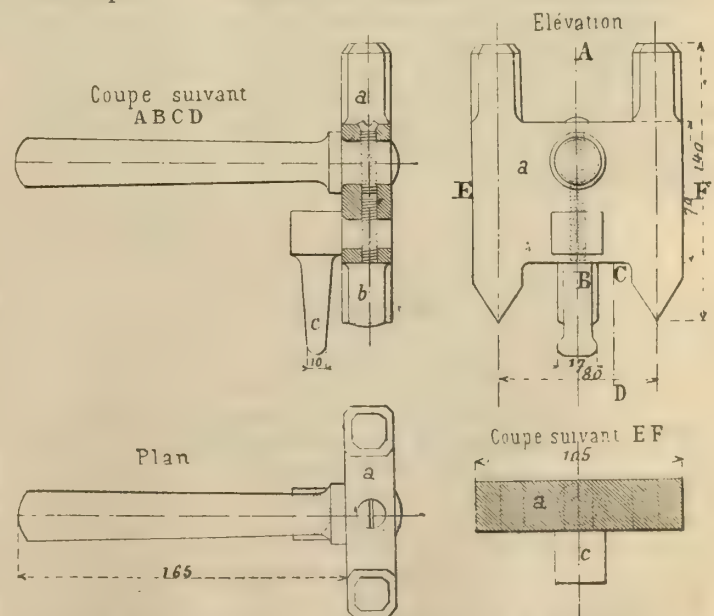


FIG. 2. — Marque-clavette pour goujon d'arrêt de 0m 017 de diamètre.

sinet contre le rail à la position qu'elle devra finalement occuper en service, la position de l'encoche, l'on se sert d'un outil spécial (fig. 2),

désigné sous le nom de marque-clavette, lequel est formé de plusieurs pièces en acier bien ajustées.

La première de ces pièces ou corps a du marque-clavette, comprend deux branches verticales parallèles, réunies par une entretoise centrale. Ces deux branches sont cimentées à leur partie supérieure et taillées inférieurement suivant deux biseaux qui sont ensuite cimentés et trempés, et dont les tranchants sont parallèles entre eux et distancés de la profondeur de la baie d'encoche de la machine. Au milieu de la distance des taillants est un pivot b qui est vissé dans le corps de la frappe, et dont l'extrémité inférieure dépasse l'alignement des taillants de l'outil d'environ 1 millimètre, pour permettre de faire reposer celui-ci, sur la clavette à marquer, simultanément suivant ce pivot et suivant le tranchant de la branche sur laquelle on doit frapper.

La troisième pièce de l'outil est un guide c qui a une tête piriforme à section horizontale elliptique, et est relié, au milieu de la distance des taillants, à l'entretoise de la frappe, par un tenon perpendiculaire à sa direction et retenu par une vis.

Le grand axe de la section horizontale elliptique du guide c est égal au diamètre du goujon d'arrêt des clavettes, et ce pivot est suffisamment long pour pouvoir être engagé dans le trou des coussinets.

Enfin la quatrième pièce est le manche même de l'outil qui le traverse en son centre.

Il résulte de cette disposition que, pour se servir du marque-clavette, il suffit d'engager son guide dans le trou du coussinet, en faisant reposer le pivot sur la clavette, serrée au degré voulu, et en appliquant le bord des taillants contre la mâchoire même du coussinet, puis de donner un coup de marteau alternativement sur la tête de chacune des branches de la marque, pour obtenir sur la clavette deux traits parallèles, également distancés du trou du coussinet et distancés entre eux de la profondeur de la baie d'encoche de la machine. Les clavettes ainsi marquées de deux traits parallèles entre eux et perpendiculaires à son biseau, est retirée, puis placée avec sa cale dans la baie d'encoche de la machine, et encochée exactement au point correspondant au trou du coussinet dans lequel elle était serrée.

L'outillage de pose des clavettes est complété par le porte-clavettes. Celui-ci est essentiellement formé par une caisse en bois, divisée en un certain nombre de cases numérotées, destinées à recevoir chacune une clavette. Cet ustensile permet donc de transporter un certain nombre de clavettes, classées d'après le numéro du coussinet auquel chacune se rapporte.

La machine à encocher, reliée à la voie au moyen de son attelage, mais privée du levier qui sert à manœuvrer la vis du mouvement duplex, forme un ensemble qui est complètement en dehors du gabarit de passage des véhicules. Il suffira donc de retirer ce levier avant le passage d'un train pour permettre à celui-ci de circuler librement.

Le poids d'une machine, susceptible de produire des encoches atteignant jusqu'à 0^m 020 de diamètre, ne dépasse pas 42 kilogr., et son attelage 28 kilogr.

L'un et l'autre sont facilement transportables et maniables, et une équipe de 2 hommes peut encocher et poser dans une journée de 10 heures 250 à 350 clavettes, suivant que le diamètre de l'encoche est de 0^m 018 ou 0^m 015.

Ce nouveau système a été appliqué avec succès l'année dernière pour la première fois sur une longueur de 300 mètres de voie en rails Broca, du réseau des tramways Nord, et notamment pour raccorder en courbe et contre-courbe de 60 mètres de rayon, les voies de droite et de gauche de l'avenue de Neuilly avec celles de la traversée sur la Seine. Les rails des tronçons ainsi formés, et sur lesquels circulent en très bonne vitesse les véhicules de la Compagnie, entraînés par des locomotives à vapeur surchauffée, ont conservé un écartement invariable.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

MÉCANIQUE

DÉTERMINATION ET EMPLOI

des lignes d'influence des tensions élastiques dans les arcs pleins et les arcs réticulaires articulés aux naissances.

(Suite et fin.)

ARCS RÉTICULAIRES

1^o — Cas de deux articulations.

IX. — Rappel de quelques définitions. — Un arc est dit *réticulaire* lorsqu'il est composé de barres rectilignes, articulées entre elles et formant une série de triangles juxtaposés.

Les points d'articulation portent le nom de *nœuds*.

Les barres formant le contour extérieur de l'arc sont appelées *membrures*. Les autres sont dites *barres de remplissage*; quand une barre de remplissage est verticale, elle prend le nom de *montant*.

Soit AB (fig. 4) un arc réticulaire.

Nous désignerons d'une manière générale par la lettre D, et nous représenterons sur la figure par un petit cercle, ceux des nœuds auxquels peuvent être appliquées des forces extérieures.

Supposons qu'une charge concentrée mobile P agisse successivement sur les nœuds en question.

Sur la verticale de chaque nœud D, portons, au-dessous de la corde AB prise comme axe des abscisses, une ordonnée dK représentant, à une certaine échelle, la poussée produite par la charge P appliquée au nœud considéré. Enfin, réunissons les points K par des droites, en suivant l'ordre du cheminement de la charge.

Le polygone A... K... B ainsi obtenu est appelé *ligne d'influence de la poussée*.

Il se déduit immédiatement de la *ligne de poussée* de M. Maurice Lévy (1) en joignant, deux à deux, dans l'ordre convenable, les sommets de cette ligne qui correspondent aux nœuds, tels que D. Supposons-le construit.

La *ligne d'influence de la tension élastique* dans une barre donnée $C_i C_{i+1}$, quelconque, est un polygone analogue à la ligne d'influence de la

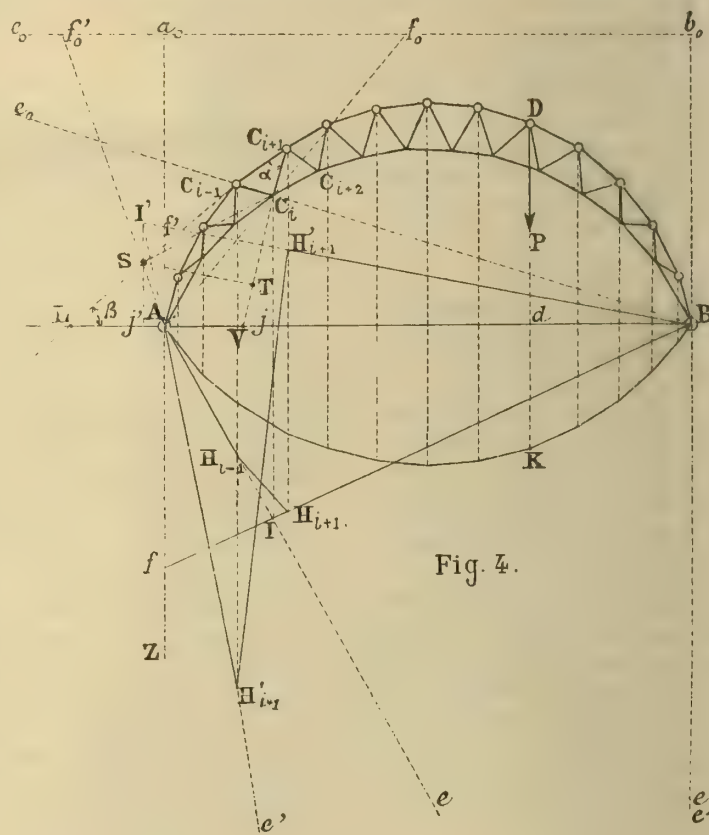


Fig. 4.

poussée, mais dont les ordonnées, mesurées à partir de la corde de l'arc, représentent les valeurs de la tension élastique développée dans la barre $C_i C_{i+1}$ par l'application de la charge P aux différents nœuds D.

Ce sont les lignes de cette espèce que nous nous proposons de construire.

X. — Rappel de la formule de Ritter. — Considérons une membrure quelconque $C_{i-1} C_{i+1}$ (fig. 4). Désignons par h sa distance au nœud opposé C_i , et convenons que cette distance sera positive si C_i est au-dessous de $C_{i-1} C_{i+1}$ et négative dans le cas contraire.

Soit M le moment, par rapport au nœud C_i , des forces extérieures agissant à droite de ce nœud; la tension totale N dans la barre $C_{i-1} C_{i+1}$ est donnée par la formule de Ritter, savoir :

$$[10] \quad N = - \frac{M}{h}.$$

Dans cette expression, une valeur de N positive répond à un effort de compression, et une valeur de N négative, à un effort de traction.

Considérons maintenant une barre de remplissage quelconque $C_i C_{i+1}$. Prolongeons les membrures $C_{i-1} C_{i+1}$ et $C_i C_{i+2}$ qui entrent dans le quadrilatère $C_{i-1} C_{i+1} C_{i+2} C_i$ dont $C_i C_{i+1}$ est une diagonale. Leur point d'intersection S porte le nom de *sommet opposé à la barre considérée*.

La tension totale dans la barre $C_i C_{i+1}$ est encore exprimée par la formule [10].

M représente alors le moment par rapport à S, des forces extérieures agissant à droite de $C_i C_{i+1}$, et h la distance de S à cette barre.

h est regardé comme positif si S est au-dessous de la droite $C_i C_{i+1}$ prolongée, et comme négatif dans le cas contraire.

(1) Voir le Génie Civil, tome XVI, n° 49, p. 391.

(1) Statique graphique, IV^e partie, p. 482.

On remarquera que cette convention laisse indéterminé le signe de h dans le cas où la barre considérée $C_i C_{i+1}$ est verticale : h est alors positif si le sommet S est situé au-dessus des barres de remplissage qui aboutissent aux extrémités de celle $C_i C_{i+1}$.

XI. — Ligne d'influence de la tension totale dans une membrure. — Nous devons, comme il a été dit plus haut, considérer une charge P appliquée successivement aux nœuds D .

Soient : $C_{i-1} C_{i+1}$ la membrure donnée ; ξ et η les coordonnées du nœud opposé C_i , rapportées à la droite AB comme axe des abscisses positives et à la verticale AZ comme axe des ordonnées positives.

Soit également, par rapport à ces mêmes axes, X les abscisses des différents nœuds d'application de la charge P .

Le moment M , par rapport à C_i , des forces extérieures agissant à droite de la membrure $C_{i-1} C_{i+1}$, est exprimé par les formules suivantes :

$$1^\circ \text{ Lorsque la charge } P \text{ est appliquée à un nœud } D \text{ situé à gauche de } C_i, \\ [11] \quad M = -P \frac{X(a-\xi)}{a} - Q\eta;$$

$$2^\circ \text{ Lorsque la charge } P \text{ est appliquée à un nœud } D \text{ situé à droite de } C_i, \\ [12] \quad M = -P \frac{(a-X)\xi}{a} - Q\eta.$$

Dans ces relations, Q représente la poussée essentiellement positive, produite par la charge P .

En les combinant avec la formule de Ritter, il vient :

$$1^\circ \text{ Lorsque la charge } P \text{ est appliquée à un nœud } D \text{ situé à gauche de } C_i, \\ [13] \quad \frac{Nh}{\eta} = Q + P \frac{a-\xi}{\eta} \times \frac{X}{a};$$

$$2^\circ \text{ Lorsque la charge } P \text{ est appliquée à un nœud } D \text{ situé à droite de } C_i, \\ [14] \quad \frac{Nh}{\eta} = Q + P \frac{\xi}{\eta} \times \frac{a-X}{a}.$$

Au lieu de construire la ligne d'influence de N , nous construirons celle de la quantité proportionnelle $\frac{h}{\eta}$.

Les seconds membres des formules [13] et [14] sont identiques à ceux des formules [6'] et [7'] (n° 3).

Dans les uns comme dans les autres, X désigne l'abscisse du point d'application de la charge P ; mais, tandis que dans [6'] et [7'] ξ et η sont les coordonnées du point réciproque J , dans [13] et [14] ces notations représentent les coordonnées du sommet C_i .

Il résulte immédiatement de cette comparaison que la méthode exposée au n° 3 pour la construction de la ligne d'influence de la quantité $R \frac{\Omega t}{\eta}$ afférente à l'arc plein, s'applique à la construction de

la ligne d'influence de la quantité $\frac{Nh}{\eta}$ afférente à l'arc réticulaire, sous la seule condition de remplacer le point réciproque J par le nœud C_i .

Donc, la ligne d'influence de la poussée étant supposée tracée, les opérations à effectuer sont les suivantes :

Mener une parallèle $a_0 b_0$ à AB , à une distance Aa_0 représentant P à l'échelle des forces; tirer les deux droites $AC_i f_0$ et $BC_i e_0$; porter $Af = a_0 f_0$, $Be = b_0 e_0$, en ayant égard à la convention relative aux signes (n° 3); tirer les droites Bf et Ae qui doivent se couper en un point I situé sur la verticale de C_i ; ne conserver que les parties utiles BH_{i+1} et AH_{i-1} de ces droites; joindre $H_{i-1} H_{i+1}$.

Enfin, porter en ordonnée, à partir de AB , et dans le sens convenable, les segments de verticales compris entre le contour brisé $AH_{i-1} H_{i+1} B$ et la ligne d'influence AKB de la poussée (1).

REMARQUES. — 1° Si l'un des points e_0 , f_0 est rejeté hors des limites de l'épure (2), on appliquera à la détermination des droites Ae et Bf les indications de la remarque I du n° 3.

2° On peut modifier les constructions précédentes comme il a été dit à la remarque II (n° 3).

XII. — Ligne d'influence de la tension dans une barre de remplissage. Considérons une barre de remplissage quelconque $C_i C_{i+1}$.

Soient : S le sommet opposé à cette barre, ξ et η les coordonnées de ce point, h sa distance à $C_i C_{i+1}$, N la tension totale dans la barre.

En répétant les mêmes calculs que pour une membrure, on retombe précisément sur les équations [13] et [14].

La formule [13] convient au cas où la charge P est appliquée à un nœud situé à gauche de la barre $C_i C_{i+1}$, et la formule [14], au cas où elle est appliquée à droite.

La construction de la ligne d'influence de la quantité $\frac{Nh}{\eta}$ afférente à une barre de remplissage $C_i C_{i+1}$ reste donc celle indiquée au n° 11, pour une membrure $C_{i-1} C_{i+1}$, le sommet S remplaçant toutefois le nœud C_i .

On déterminera d'abord les droites Ae' et Bf' comme il a été dit au n° 11 pour les droites Ae et Bf ; on ne conservera que les segments utiles AH'_{i-1} et BH'_{i+1} de ces droites; on tirera $H'_{i-1} H'_{i+1}$; enfin, on portera en ordonnées, dans le sens convenable, à partir de AB , les segments de verticales compris entre le contour $AH'_{i-1} H'_{i+1} B$ et la ligne d'influence de la poussée AKB (3).

L'application de la méthode peut présenter quelques particularités résultant de la position du sommet S . Nous allons les examiner.

XIII. — Le sommet S opposé à la barre de remplissage $C_i C_{i+1}$ considérée est situé sur la corde AB de l'arc.

Dans ce cas $\eta = 0$, et les formules [13] et [14] donnent dès lors, en ayant égard aux régions auxquelles elles s'appliquent, et en désignant par λ une longueur arbitrairement choisie :

1° Lorsque la charge P est appliquée à un nœud D situé à gauche de $C_i C_{i+1}$,

$$[13'] \quad -\frac{Nh}{\lambda} = -P \frac{a-\xi}{\lambda} \times \frac{X}{a},$$

2° Lorsque la charge P est appliquée à un nœud D situé à droite de $C_i C_{i+1}$,

$$[14'] \quad -\frac{Nh}{\lambda} = -P \frac{\xi}{\lambda} \times \frac{a-X}{a}.$$

Les seconds membres de ces formules sont identiques à ceux des formules [6'] et [7'] du n° 4, relatives au cas où, dans l'arc plein, le point réciproque J' (fig. 4) se trouve sur la corde AB ; mais, tandis que dans [6'] et [7'] ξ représente l'abscisse de J' , dans [13'] et [14'] cette notation désigne l'abscisse du sommet S .

On construira donc la ligne d'influence de la quantité $-\frac{Nh}{\lambda}$ afférente à la barre de remplissage $C_i C_{i+1}$, comme il a été indiqué au n° 4 pour la ligne d'influence de la quantité $-R \frac{\Omega t}{\lambda}$; le sommet S remplacera bien entendu le point réciproque J' .

REMARQUE. — Dans le cas particulier que nous venons d'étudier, la ligne d'influence de la tension dans la barre de remplissage considérée est indépendante de la poussée, c'est-à-dire de l'élasticité de l'arc.

Cette remarque conduit au théorème suivant :

• Si, dans un arc réticulaire articulé aux naissances, les membrures d'extrados et d'intrados sont deux polygones homologues admettant la corde de l'arc comme axe d'homologie et ayant d'ailleurs un centre d'homologie quelconque, les lignes d'influence des tensions élastiques dans celles des barres de remplissage qui joignent deux nœuds non homologues, sont indépendantes de la poussée de l'arc et, par suite, statiquement déterminées.

En effet, le sommet opposé à l'une quelconque des barres de remplissage dont il s'agit, est le point de concours de deux membrures homologues; il se trouve donc sur l'axe d'homologie, c'est-à-dire sur la corde de l'arc.

COROLLAIRE. — Si, dans un arc réticulaire à montants verticaux articulé aux naissances, le rapport des distances des extrémités d'un montant à la corde de l'arc est constant pour tous les montants, les lignes d'influence des tensions élastiques dans les barres de remplissage inclinées, sont statiquement déterminées.

En effet, dans ce cas, les membrures d'extrados et d'intrados sont deux polygones homologues; la corde de l'arc est l'axe d'homologie; le centre d'homologie est rejeté à l'infini dans la direction commune des montants; enfin, les barres de remplissage inclinées joignent deux nœuds non homologues.

XIV. — Le sommet S opposé à la barre $C_i C_{i+1}$ est situé en dehors des limites de l'épure.

Dans ce cas, la méthode générale (n° 12) convient encore; mais son application entraîne à quelques tracés supplémentaires motivés par la solution des problèmes accessoires suivants :

1° Mener par les deux points A et B des droites passant par le point S inaccessible;

2° Déterminer les distances h et η du point inaccessible S aux droites $C_i C_{i+1}$ et AB .

Il n'y a pas lieu d'insister sur ces problèmes de géométrie élémentaire.

XV. — Le sommet S opposé à la barre $C_i C_{i+1}$ est rejeté à l'infini dans une direction oblique à la corde de l'arc.

Ce cas se présente lorsque les deux membrures $C_{i-1} C_{i+1}$ et $C_i C_{i+2}$ sont parallèles.

Examinons ce que devient alors la construction du n° 12 :

Les droites ASf'_0 et $BS'e'_0$ (1) sont parallèles à la direction commune des deux membrures $C_{i-1} C_{i+1}$ et $C_i C_{i+2}$, puisque S est le point à l'infini de cette direction; les deux triangles $Aa_0 f'_0$ et $Bb_0 e'_0$ sont dès lors égaux, et l'on a, eu égard à la convention sur les signes,

$$a_0 f'_0 = -b_0 e'_0;$$

par suite

$$Af' = -Be'.$$

Il en résulte que les droites Bf' et Ae' de la méthode générale (n° 12) sont parallèles.

Rien n'est changé au reste de la construction de la ligne d'influence. Cette ligne est, comme dans le cas général, relative à la quantité

$$\frac{Nh}{\eta}. \text{ Mais ici, } S \text{ étant rejeté à l'infini, on a}$$

$$h = \infty, \quad \eta = \infty.$$

L'expression $\frac{Nh}{\eta}$ se présente donc sous la forme $\frac{\infty}{\infty}$. Cette indé-

(1) Cette dernière construction n'a pas été faite sur la figure 4.

(2) Ce cas se présente dans la figure 4.

(3) Cette dernière opération n'est pas faite sur la figure 4.

(4) Cette ligne n'est pas tracée sur la figure 4.

mination n'est évidemment qu'apparente, puisque la construction géométrique vient de nous donner une ligne d'influence bien déterminée.

Pour la lever, remarquons que, quelle que soit la position de S sur la droite $C_i C_{i+1}$, on a, les notations étant celles de la figure 4,

$$h = SC_{i+1} \sin \alpha, \quad \eta = LS \sin \beta;$$

d'où

$$\frac{h}{\eta} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \times \frac{SC_{i+1}}{LS} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \times \frac{LC_{i+1} - LS}{LS} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \left(\frac{LC_{i+1}}{LS} - 1 \right).$$

Quand S est rejeté à l'infini, LS est infini, tandis que LC_{i+1} , $\sin \alpha$, $\sin \beta$ sont finis et déterminés; par suite

$$\limite \text{ de } \frac{h}{\eta} = \left(- \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \right) = \left(- \frac{VL}{VC_{i+1}} \right).$$

La ligne d'influence construite précédemment est donc celle de la quantité

$$N \left(- \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \right) = N \left(- \frac{VL}{VC_{i+1}} \right),$$

étant entendu que les parenthèses de ces expressions sont affectées du signe que prend $\frac{h}{\eta}$ quand S est à l'infini, signe qui résulte des conventions des nos 10 et 11.

XVI. — Le sommet opposé à la barre $C_i C_{i+1}$ est rejeté à l'infini dans une direction parallèle à la corde de l'arc.

Ce cas se présente lorsque les deux membrures $C_{i-1} C_{i+1}$ et $C_i C_{i+2}$ sont parallèles à AB.

La méthode générale est alors en défaut.

Il faut donc reprendre les équations [13] et [14] et y introduire les conditions $h = \infty$, $\xi = \infty$, qui caractérisent le cas considéré; ces équations prennent la forme illusoire

$$\infty = \infty.$$

Pour lever cette indétermination, on démontre d'abord la relation

$$\lim. \frac{\xi}{h} = - \frac{1}{\sin \gamma},$$

dans laquelle γ est l'angle aigu formé par le prolongement de la barre de remplissage $C_i C_{i+1}$ et la direction positive de la corde AB, angle qui est regardé comme positif s'il est au-dessous de AB et comme négatif dans le cas contraire; puis on met en évidence le rapport $\frac{\xi}{h}$ dans les formules [13] et [14] et on passe à la limite: la poussée Q disparaît ainsi que l'ordonnée η du point S, et il reste simplement:

1° Lorsque la charge P est appliquée à un nœud D situé à gauche de la barre $C_i C_{i+1}$,

$$[13'] \quad N \sin \gamma = P \frac{X}{a},$$

2° Lorsque la charge P est appliquée à un nœud D situé à droite de la barre $C_i C_{i+1}$,

$$[14'] \quad N \sin \gamma = - P \frac{a - X}{a}.$$

Ces équations montrent que, dans le cas considéré, les parties de la ligne d'influence de la quantité $N \sin \gamma$, respectivement correspondantes aux régions AC_{i-1} et BC_{i+1} , se composent de deux droites parallèles AH'_{i-1} , BH'_{i+1} (1) limitées aux verticales des nœuds C_{i-1} , C_{i+1} , et dont les prolongements respectifs coupent les verticales des points B et A en des points e'' et f'' tels que

$$Be'' = - Af'' = P,$$

à l'échelle des forces.

Enfin, dans la région comprise entre les nœuds voisins C_{i-1} et C_{i+1} , la ligne d'influence de $N \sin \gamma$ est la droite $H'_{i-1} H'_{i+1}$.

XVII. — REMARQUE. — Il pourra se présenter dans les applications qu'un sommet opposé à une barre de remplissage soit très voisin de la corde de l'arc, ou bien qu'il soit rejeté à une très grande distance de cette barre.

On reconnaît qu'il est alors presque impossible d'effectuer la construction générale du n° 12, à cause de la grandeur des lignes qu'elle comporte.

Pour lever cette difficulté, on pourra, par approximation, supposer, suivant le cas, que le sommet se trouve exactement sur la corde de l'arc, ou bien qu'il est rejeté à l'infini, soit dans une direction oblique, soit dans une direction parallèle à la corde de l'arc. On rentrera ainsi dans l'un des cas étudiés aux nos 13, 15 et 16.

XVIII. — Position la plus défavorable d'une charge unique, d'un convoi ou d'une charge répartie également entre les différents nœuds.

Les règles données aux nos 5, 6 et 7 pour l'arc plein s'étendent sans difficulté à l'arc réticulaire.

On remarquera que cette extension entraîne quelques légères modifications résultant de la forme polygonale de la ligne d'influence de la poussée. Nous croyons inutile d'insister sur ce point.

2° Cas de trois articulations.

XIX. — Tout ce qui a été dit relativement à l'arc réticulaire articulé aux naissances s'applique également à l'arc réticulaire articulé à la fois aux naissances et à la clef.

Toutefois, la ligne d'influence de la poussée change de forme, ainsi qu'il a été indiqué au n° 8.

BERTRAND DE FONTVIOLENT,
Ingénieur à la Compagnie de Fives-Lille,
Répétiteur de mécanique à l'Ecole Centrale.

(1) Pour ne pas surcharger la figure 1, ces lignes n'ont pas été tracées.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LA MEUNERIE A L'EXPOSITION DE 1889

Nous reprenons aujourd'hui l'étude (1) que nous avons précédemment commencée sur la meunerie à l'Exposition universelle de 1889, mais en la continuant sous forme d'une notice descriptive des principaux appareils de meunerie de construction récente et dont l'application a été faite dans les moulins de France et de l'Etranger depuis 1885.

Les différentes opérations de la mouture des grains ayant été déjà traitées autrefois dans le *Génie Civil* (2), nous nous bornerons à donner

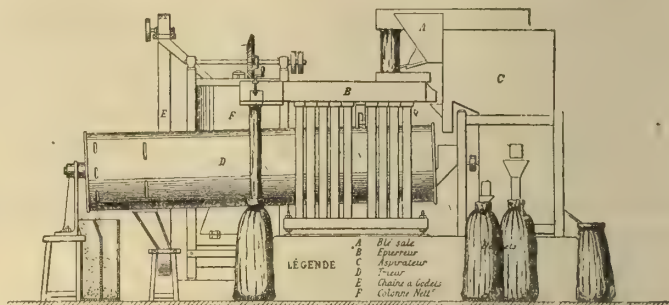


FIG. 1. — Ensemble de nettoyage pour le grain.

ici la simple description des appareils les plus intéressants, et ce, en suivant l'ordre des opérations de la meunerie, c'est-à-dire: le nettoyage, la mouture proprement dite, le blutage et le sassage.

Nettoyage des céréales. — M. Hignette avait exposé un ensemble de nettoyage comprenant (fig. 1):

1° Une trémie d'alimentation A, avec distributeur;

2° Un émotteur-épierreur B, qui extrait du grain toutes les matières étrangères plus volumineuses et toutes les pierres et matières lourdes, quelles que soient leurs formes et leurs grosseurs, et spécialement même celles de la grosseur du grain;

3° Un tarare-aspirateur à double aspiration C, nettoyant le blé comme le feraient deux tarares américains placés à la suite l'un de l'autre, et donnant trois sortes de déchets;

4° Un cylindre trieur à alvéoles D, à deux régulateurs, fait l'extraction des graines rondes. Le blé est introduit dans ce cylindre, sans la

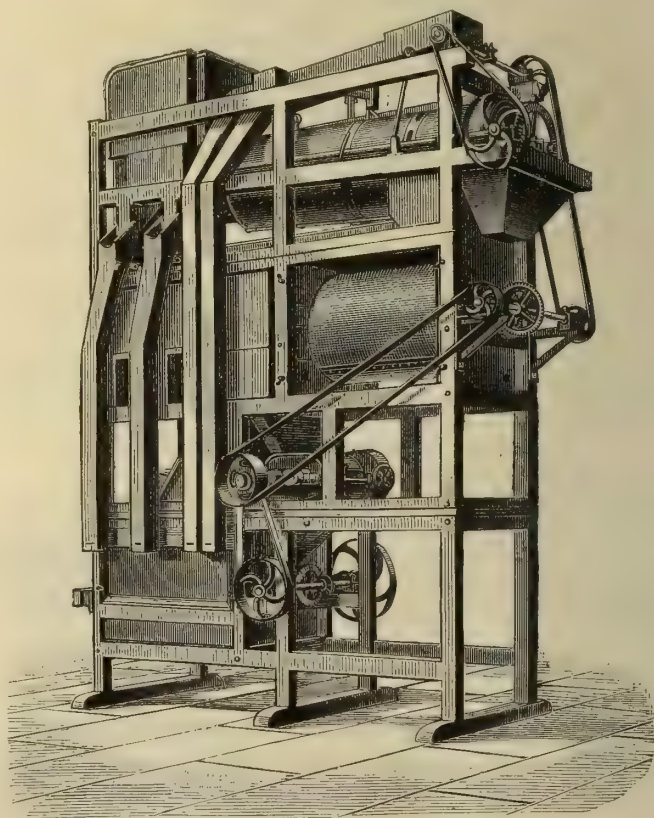


FIG. 2. — Nettoyage complet, avec fendage du blé.

moindre secousse, de sorte que toute la surface travaillante du trieur est utilisée;

5° Un nettoyeur-dégremeur avec aspirateur F, qui, au moyen de l'aspirateur logé à la partie inférieure, enlève, outre les poussières, les

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 22, page 527.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome VII, n° 3, p. 40; n° 8, p. 119; n° 9, p. 138, et n° 40, p. 167.

grains cassés, les balles et radicales, etc. La poussière détachée par la colonne est aspirée immédiatement.

Ce nettoyage peut facilement s'installer sur un seul plancher. Il donne tous ses déchets en sacs, ne produit pas de poussières dans la chambre des appareils. Ces poussières sont envoyées dans un collecteur ou dans une chambre spéciale.

La machine à nettoyer les blés, système Dufour, ne comporte ni élévateurs ni conducteurs. Le blé, partant de la partie supérieure, suit un chemin rationnel dans tous les organes de la machine et arrive complètement nettoyé à la partie inférieure. Il n'y a aucun appareil à choc et la marche en est silencieuse et exempte de toute poussière. On peut la placer à un étage quelconque d'un moulin, et la commande peut être parallèle ou perpendiculaire à sa longueur.

Le nettoyage complet, avec fendage du blé, de M. Muzey, se compose des appareils de nettoyage groupés dans un seul bâti, construit en trois parties distinctes, qui peuvent se placer, si les nécessités d'emplacement l'exigent, sur trois planchers différents. Dans le cas où les trois parties se trouvent sur un seul et même bâti, il n'y a pas d'élévateurs.

L'ensemble de cette machine comprend (fig. 2):

1° Un émotteur-épierreur; 2° un aspirateur; 3° un trieur à graines rondes, avec reprise à déchets; 4° Une épointeuse horizontale à fil d'acier; 5° un deuxième aspirateur; 6° un compresseur à deux cylindres lisses; 7° une bluterie-extracteur à deux cylindres concentriques avec aspirateur sur la bluterie pour éliminer la farine noire.

Par suite de la suppression des élévateurs et des transmissions intermédiaires, il en résulte une économie d'emplacement et de force motrice.

La brosse à blé avec aspirateur, de M. Dardel, consiste en un bâti sur lequel sont montées deux enveloppes en bois, dans la plus grande desquelles se trouvent deux brosses, et dans la petite, un ventilateur-aspirateur (fig. 3). Le blé entre au centre et, tombe entre deux

blé une surface cannelée, l'autre moitié étant formée d'une tôle d'acier percée de trous oblongs, permettant à la poussière et à la barbe du blé de s'échapper dans un récipient disposé en dessous.

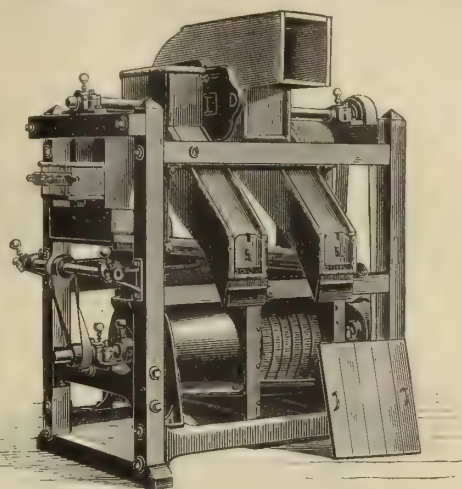


FIG. 4. — Nettoyeur à système combiné, aspirateur et séparateur.

L'appareil pour nettoyage complet, dit *Excelsior*, de M. A. Millot, se compose (fig. 5): d'un sas faisant office de cribleur et d'émoteur; d'un cylindre muni de frappeurs et de brosses très énergiques; d'un ventilateur-aspirateur.

Le blé, distribué par un registre adapté à la trémie, arrive sur le sas. La première partie du tamis enlève les poussières libres et tous

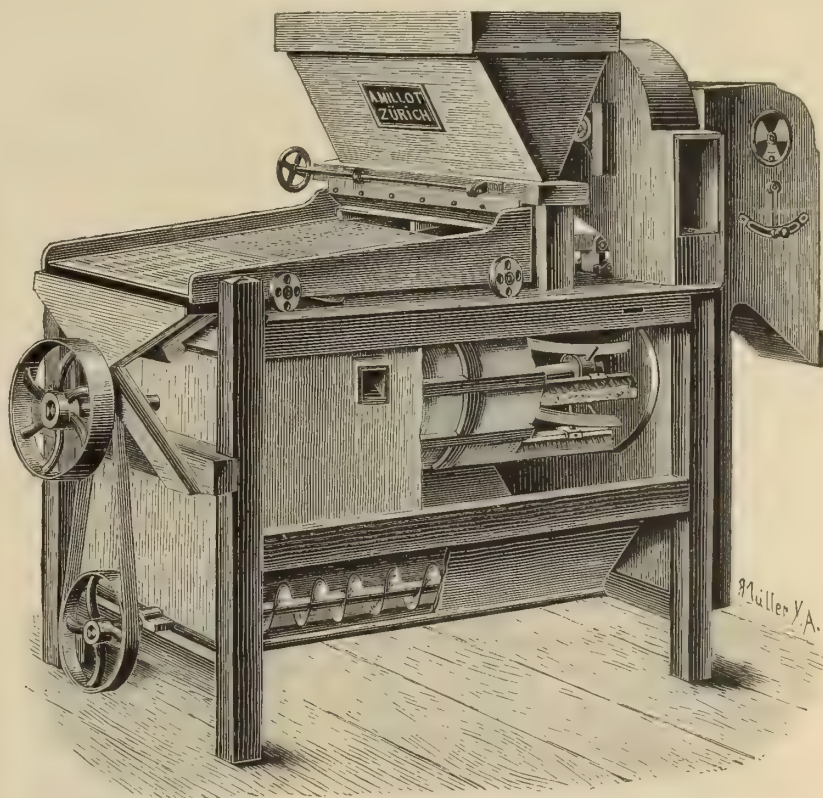


FIG. 5. — Appareil pour nettoyage complet, dit *Excelsior*.

les petits grains, qui sont envoyés dans un sac. Sur la deuxième partie, les grains de blé traversent la tôle perforée et tombent dans un conduit qui les mène à l'intérieur du cylindre. Les pierres et toutes les matières plus grosses que les blés sont dirigées au bout du tamis. Les blés tombant dans le cylindre sont soumis à un nettoyage très énergique par l'effet des frappeurs à hélice et des brosses en fil de fer. Le ventilateur-aspirateur enlève tous les déchets et poussières produites pendant la marche de l'appareil et les chasse dans une chambre spéciale.

La laveuse de Louis Martin est une machine multiple d'appropriation à sec et laveuse sècheuse des blés. La ventilation très puissante à laquelle est soumis le blé dans le démoucheur avant son passage dans le cuvier épierreur et mouilleur, constitue un premier nettoyage à sec qui, débarrassant le grain de la poussière et des corps légers, évite le déchet au lavage et l'engorgement des appareils. La forme conique de la colonne sècheuse produit sur le blé un puissant effet de traction qui, tout en facilitant le séchage, contribue à éviter tout engorgement, réduit considérablement la force motrice employée et permet un séchage complet. Au moyen d'une disposition spéciale, on le règle suivant la nature du blé que l'on peut obtenir à volonté au degré d'humidité ou de siccité qu'on désire. Les pierres et les corps lourds sont totalement enlevés par le cuvier-épierreur.

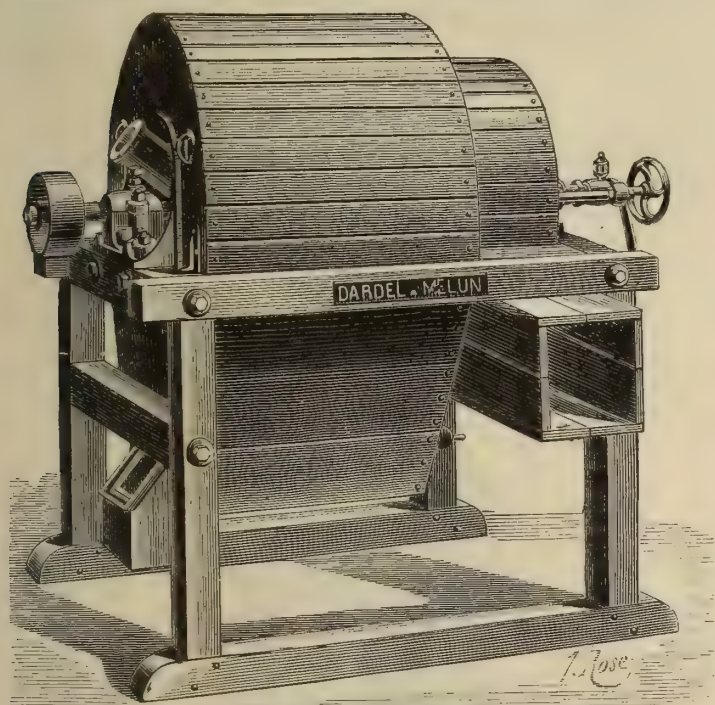


FIG. 3. — Brosse à blé avec aspirateur.

brosses, dont l'une forme hélice et l'autre plateau, et reçoit une friction suffisamment énergique pour être débarrassé de ses barbes et de la poussière qui y étaient adhérentes. Pendant la marche des brosses, le ventilateur-aspirateur, réglé par un levier à contrepois, enlève les poussières et classe les différents déchets, petits blés et graines légères; l'appareil remplit ainsi et en même temps le rôle de tarrase aspirateur.

Le nettoyage complet, de MM. Lhuillier, se compose de quatre appareils montés sur un seul bâti: un cylindre émotteur et cribleur, un aspirateur, un trieur et une colonne épointeuse. Cette machine est munie d'élévateurs et de marteaux pour régulariser la marche du grain. Le blé passe sans interruption de l'émoteur-cribleur, à deux grilles, recevant l'action d'un aspirateur, dans un trieur, auquel est annexé un petit cylindre servant à repasser les déchets, puis dans une colonne horizontale épointeuse, avec aspirateur spécial, qui a pour but, non seulement de chasser la poussière qui peut rester dans la fente du blé, mais encore d'enlever les poils qui adhèrent à la pointe.

Dans le nettoyeur à système combiné, aspirateur et séparateur (fig. 4), de MM. Robinson, le blé est passé sur un tamis séparateur qui en extrait les pailles, pierres, saletés, graines étrangères plus grosses que le grain de blé. Du tamis, le blé tombe dans le nettoyeur même, qui opère le nettoyage du blé par friction des grains l'un contre l'autre, au lieu de sa violente percussion contre des parois métalliques. Le cylindre est de forme conique dont la première moitié présente au

Le *cuvier épierreur* de M. Demaux se compose (fig. 6) d'un cuvier C, toujours rempli d'eau, laquelle arrive par un canal spécial E, dont les bords supérieurs sont plus bas que ceux de la caisse. Une fois le cuvier rempli, il se forme un déversoir par les bords A et, par ce fait, il s'établit un courant aboutissant à deux canaux I. Le blé, déposé

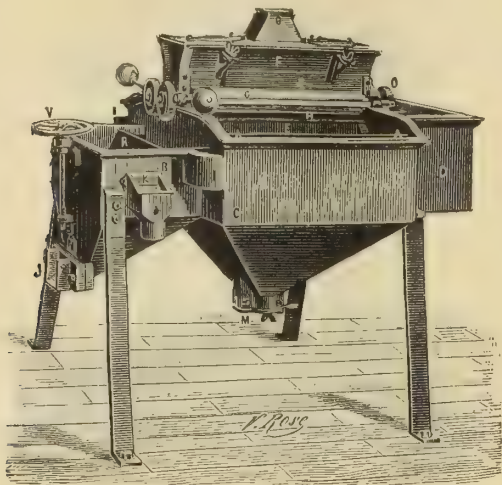


Fig. 6. — Cuvier épierreur.

sur ce courant par deux plans inclinés H, surnage pour venir se jeter dans les deux canaux I, tandis que les pierres, plus lourdes, sont précipitées au fond du cuvier C, d'où on les extrait par la soupape M. Une fois dans les deux canaux I, le blé, suivant la pente, est envoyé dans un compartiment qui rejette les parties légères, blé creux, charbon etc., par le trou de trop-plein K, tandis que le blé, passant par un conduit spécial, arrive au cylindre remonteur (1).

Parmi les *trieurs*, nous signalerons celui de M. Clert, qui présente quelques dispositions nouvelles. Dans cet appareil, le cylindre est divisé en plusieurs parties, dans le sens de la longueur et dans celui du diamètre, parties qui sont assemblées au moyen de boulons ou clavettes, ce qui rend ce cylindre facilement démontable, tout en étant d'une rigidité complète.

M. Bruet, Ingénieur des Arts et Manufactures, exposait une *fendeuse* basée sur ce principe, que tout grain de blé jeté sur une plaque cannelée, animée d'un mouvement rapide de sas, se maintient dans le sens longitudinal, la fente en l'air, par suite de la position du centre de gravité en dessous de la ligne d'axe. En effet, ce fendeur prend chaque grain séparément, l'oblige à se présenter, la fente en l'air, dans le sens longitudinal, sous l'action rotative du fendeur, qui ouvre ce grain de blé en deux lobes, comme les deux feuillets d'un livre, mettant ainsi à nu le germe et la farine noire.

Cet appareil, travaillant toujours sur un nombre exact de grains à la fois (à l'aide d'un distributeur spécial réglant l'alimentation) et suivant les sections de résistance minima, n'exige que 1/2 à 3/4 cheval-vapeur pour un rendement d'environ 10 quintaux à l'heure. De plus, le grain de blé ouvert par ce procédé, sans choc, sans attaquer l'amande, ne peut laisser échapper, au blutage qui suit l'opération de la fente, que le germe et la farine noire.

Le fendeur Bruet se compose en principe (fig. 7) d'un distributeur à échappement et à lames flexibles donnant le blé à un plateau métallique cannelé animé d'un mouvement de sas rapide, amenant ce blé sous le fendeur, composé lui-même d'un arbre sur lequel sont enfilées des lames en acier maintenues à distance fixe par des entre-deux métalliques et animé d'un mouvement de rotation. Le blé coupé par les lames fendeuses est recueilli par un peigne et tombe dans une trémie pour être dirigé dans un appareil de blutage où se fait la séparation des germes et de la farine noire.

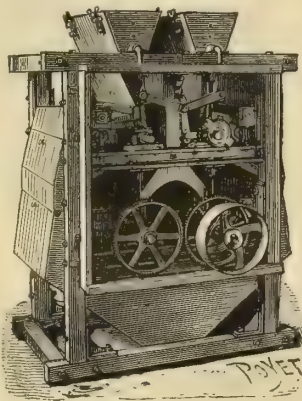


Fig. 7. — Fendeur Bruet.

L'*aplatisseur-extracteur à blé* de MM. Laurent et Collot, se compose d'une paire de cylindres aplatisseurs en fonte dure, montés sur une bluterie avec cylindre extracteur garni en toile métallique. Le blé arrivant dans la trémie, passe dans les cylindres où il subit l'aplatissement au degré voulu, qu'on obtient en réglant, à volonté, leur écartement. Puis, le blé aplati tombe dans le cylindre extracteur où il est fortement agité et tamisé; la farine noire qui s'en détache est recueillie soit dans un tiroir placé dans le cylindre, soit par un conducteur placé dans le fond du coffre. Enfin, le blé dégagé de toutes ses impuretés et parfaitement nettoyé, arrive au bout du cylindre, d'où il est dirigé sur le boisseau des moulins, soit par un conducteur ordinaire, soit par un conducteur mouilleur.

(1) Il n'y a rien d'échangé au reste de l'appareil qui a été décrit autrefois dans le *Génie Civil* (tome VII, n° 9, p. 439).

Le *broyeur-extracteur automatique* de M. Muzey, se compose (fig. 8) d'une boîte démontable, en fonte, dans laquelle sont disposées 4 paires de cylindres, sous chacune desquelles se trouve un tamis, animé d'un

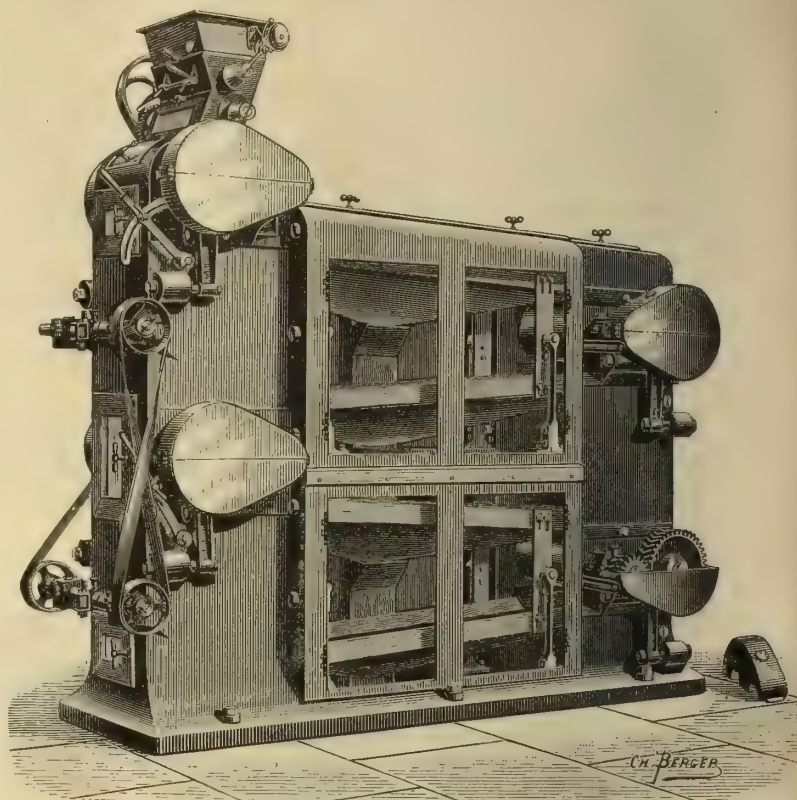


Fig. 8. — Broyeur extracteur automatique.

mouvement rapide de va-et-vient, qui fait l'office de bluterie. Ce tamis est muni d'une brosse qui se meut sous la toile et qui la nettoie automatiquement.

Le *fendeur Dardel* (fig. 9), se compose d'un bâti, venu de fonte,

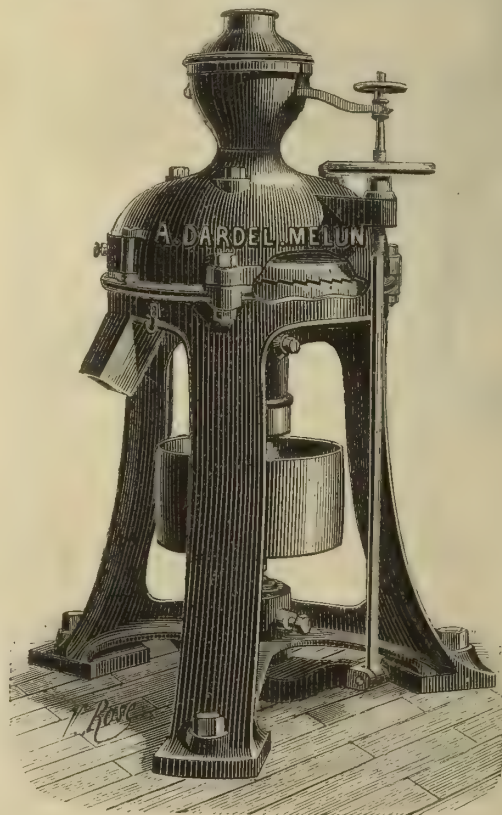


Fig. 9. — Fendeur Dardel.

qui est muni, à la partie inférieure, d'une crapaudine supportant le pivot de l'arbre vertical. Sur cet arbre sont calées la poulie et la petite meule courante de 0^m 40 de diamètre, entièrement métallique et cannelée. La meule inférieure, identique à la courante, est fixée et s'appuie sur le bâti même. Ces petites meules sont enfermées dans une chambre fermée au moyen d'un couvercle en fonte, à la partie supérieure duquel est placé l'engrenneur. Un tuyau d'aspiration donne dans la chambre des meules.

Le *nouveau concasseur à blé* de M. Maurel, se compose de deux cylindres cannelés de petit diamètre, d'une petite bluterie centrifuge

et d'un puissant aspirateur. Les deux cylindres concassent les blés plus ou moins, selon le besoin, la bluterie sépare la farine noire et les gruaux bis; l'aspirateur enlève tous les mauvais grains plus légers que le blé ainsi que toutes les pellicules et pailles produites par les cylindres et dépouillées par la bluterie.

Le fendeur-dégermeur de grains de M. A. Millot (fig. 10 et 11) est monté sur un bâti en fonte, à la partie inférieure duquel est une crapaudine dans laquelle se meut le pivot de l'arbre vertical, sur

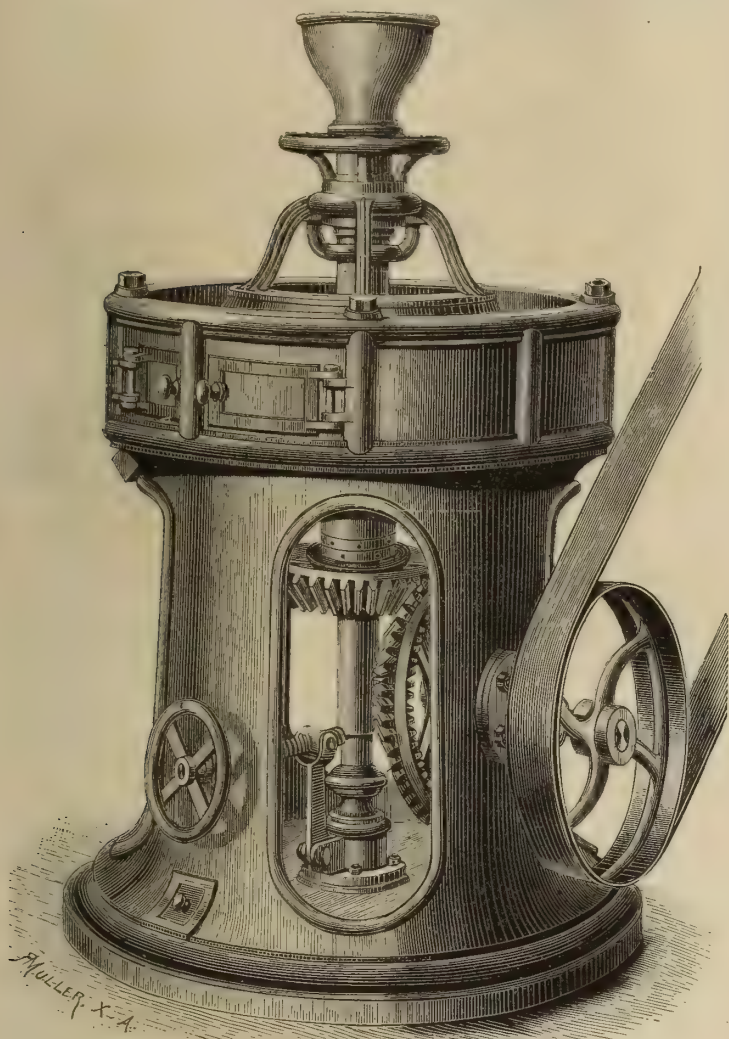


FIG. 10. — Fendeur dégermeur de M. A. Millot.

lequel sont calés la roue dentée conique donnant le mouvement, et le plateau inférieur portant le disque mobile. Cet arbre tourne dans un support à collier muni d'un coussinet; il est actionné par une roue d'angle calée sur un petit arbre horizontal. A la partie supérieure du bâti est une enveloppe sur laquelle vient s'appuyer le couvercle por-

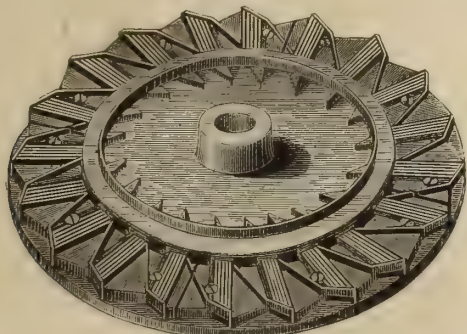


FIG. 11. — Disque du fendeur.

tant le disque fixe, qui consiste en une couronne entière en fonte dure, cannelée des deux côtés. Le disque inférieur se compose de quatre segments également en fonte dure, mais n'ayant de cannelures que d'un côté.

Le grain introduit dans l'engrenage est distribué, par le plateau rotatif, aux disques; la marchandise est reçue par des ramasseurs et est conduite à la sortie de l'appareil. Un tuyau sert au dégagement de l'air chaud provenant de la mouture.

M. Millot exposait également une machine, dite *triple Eureka verticale*, pour épointer, dégermer et polir les grains, ainsi que pour pulvériser les mottes qui se trouvent parmi eux.

Les grains arrivés à l'intérieur de l'appareil sont projetés par des ailettes contre une garniture métallique consistant en un tissu de fil d'acier plat. Ils passent ensuite entre des cônes en fonte munis de

rayures, qui les époincent, les dégerment et pulvérisent les mottes de terre. En sortant des cônes, les blés sont poussés par les ramasseurs dans la brosse conique qui en achève le nettoyage et le polissage. Les déchets et poussières qui résultent de la première opération, sont aspirés par le ventilateur qui les envoie dans une chambre spéciale; une deuxième aspiration enlève les bourres, déchets et poussières récoltés sous les cônes; enfin, une troisième, retire toutes les impuretés provenant de la brosse. Les déchets aspirés après chaque opération se classent dans leur compartiment respectif; les plus lourds sont triés en sacs, tandis que les légers sont entraînés et chassés par la ventilation dans la chambre à poussières.

Le collecteur de poussières, système Commerford, est basé sur un principe nouveau : aucun produit textile n'est employé; l'air, chargé de poussières, est simplement filtré, au moyen d'une matière granuleuse quelconque (le petit blé, par exemple, est reconnu très bon pour cet usage).

Le blé, ou tout autre produit devant retenir la poussière, entre à la partie supérieure du collecteur, qu'il traverse d'un mouvement descendant continu; dans son parcours, entre les parois de l'appareil, il se charge de la poussière contenue dans l'air envoyé par le ventilateur. A la sortie de l'appareil, le blé est envoyé dans un appareil de blutage en toile métallique, où il se débarrasse de la poussière dont il est chargé en sortant du collecteur. Il sort parfaitement propre de la bluterie, et retourne au collecteur pour recevoir une nouvelle quantité de poussière et ainsi de suite indéfiniment.

Le collecteur de poussières de M. Feray (d'Essonnes) permet de filtrer l'air et de récolter toutes les poussières qu'il contient en suspension; il entretient, par l'intermédiaire d'un aspirateur, un courant d'air refroidisseur, tout en récoltant les folles farines entraînées par ce courant.

La surface cylindrique du collecteur est recouverte d'un feutre inextensible, sur lequel les folles farines ou poussières se déposent et adhèrent par suite du vide partiel, formé dans plusieurs des compartiments qui le composent, à l'aide d'un aspirateur. Un obturateur placé dans l'axe central du collecteur, supprime la communication entre l'aspirateur et trois des compartiments inférieurs, et, en même temps, des clapets, s'ouvrant et se fermant automatiquement, mettent ces compartiments en communication avec l'atmosphère et annulent le vide partiel primitivement formé. La folle farine n'étant plus sollicitée par le vide à adhérer au feutre, mais au contraire se trouvant poussée par la pesanteur, s'en détache facilement sous l'influence de chocs produits par des taquets intérieurs, chocs qui se produisent juste au moment où la communication des compartiments inférieurs avec l'atmosphère a lieu.

Parmi les collecteurs de poussières, signalons encore le *Cyclone*, dont le principe est le suivant : l'air arrive dans un conduit relativement étroit, avec une certaine vitesse; arrivé au collecteur, il perd sa force vive tout en faisant tourner un cylindre à ailettes; par suite d'un élargissement brusque de section, la vitesse devenant presque nulle, les matières en suspension se déposent sur les cylindres en tôle placés concentriquement dans la machine et l'air s'échappe complètement épuré à la partie supérieure. Quand ces matières, poussières ou folles farines, adhérent aux parois d'une tôle, ont formé une couche suffisamment importante, elles tombent d'elles-mêmes dans le sac placé à la partie inférieure de l'appareil.

(A suivre.) SCHIELD-TREHERNE,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LA QUESTION DES TRAITÉS DE COMMERCE

La commission des 55. — La commission générale des douanes ne s'est pas encore occupée de la question capitale du renouvellement des traités de commerce; ses discussions n'ont porté jusqu'à ce jour que sur les droits à établir sur les maïs et les riz. Elle a entendu dans plusieurs séances, les partisans et les adversaires de l'établissement de ces taxes.

Dans sa dernière séance, elle a décidé, par 27 voix contre 13, de proposer à la Chambre de porter les droits d'entrée sur les maïs étrangers, à 3 francs par 100 kilogr., et à 5 francs pour les farines de maïs.

Les droits concernant les riz et les mélasses seront fixés dans une prochaine séance.

Traité franco-turc. — Le régime douanier entre la France et la Turquie, intéresse au plus haut degré nos régions vinicoles, qui ont à souffrir de la concurrence redoutable des vins fabriqués avec les raisins secs que l'on importe en grande quantité de ce pays. Le traité de commerce qui nous lie avec la Turquie, a été signé le 29 avril 1861. Son article 17 est ainsi conçu :

« Le présent traité sera valable pour vingt-huit ans; toutefois, chacune des hautes parties contractantes se réserve la faculté de proposer, au bout de la quatorzième et de la vingt et unième année, les modifications que l'expérience aura suggérées.

» Le nouveau tarif établi restera en vigueur pendant sept ans, à partir du 1^{er} octobre 1861.

» Chacune des hautes parties contractantes aura droit, même avant l'expiration de ce terme, d'en demander la révision. Mais si, à cette époque, ni l'une ni l'autre n'use de cette faculté, le tarif conti-

nuera d'avoir force de loi pendant sept autres années, à dater du jour où la première période aura été accomplie, et il en sera de même à la fin de chaque période successive de sept années. »

D'après ce texte, les tarifs de douanes consentis avec la Turquie devaient prendre fin le 1^{er} octobre 1889. Mais une note insérée au *Moniteur Officiel* de l'époque, à la date du 25 septembre 1861, porte que le traité de commerce conclu entre la France et la Turquie, qui devait entrer en vigueur le 1^{er} octobre 1861, ne serait, à la suite d'un commun accord, mis en exécution qu'à partir du 13 mars 1862.

La Porte, qui avait engagé des négociations avec divers pays pour conclure des traités de commerce conformes à celui fait avec la France, n'avait demandé cet ajournement que dans un but : celui de prévenir les perturbations que jetterait dans le service des douanes turques, ainsi que dans les transactions commerciales, la diversité succédant tout à coup à l'unité qu'avaient présentée jusque-là le régime conventionnel et le système économique de la Turquie.

L'expiration de ce traité a donné lieu à deux questions :

1^o Quelle est la date exacte de son expiration ? Est-ce le 21 août 1889, le 1^{er} octobre 1889, ou le 13 mars 1890 ?

2^o Faut-il appliquer à ce traité la règle ordinaire qu'il ne cessera d'exister que s'il a été dénoncé un an à l'avance, son texte ne faisant pas mention de cette clause, contrairement à ce qui a généralement lieu ? ou prendra-t-il fin sans que la dénonciation en soit nécessaire ?

Questionné sur ces deux points par M. Turrel, député, le Ministre des Affaires étrangères a répondu (séance du 2 mars 1889) :

1^o Que le traité franco-turc ne prendrait fin que le 13 mars 1890, c'est-à-dire après l'expiration de la période de 28 ans, pendant laquelle il doit durer ;

2^o Qu'il prendra fin, sans avoir besoin d'être dénoncé, parce qu'il n'est soumis à aucune clause de tacite reconduction.

Le régime économique qui réglera dans l'avenir les relations entre la France et la Turquie, touche aux intérêts les plus graves de la région du midi de la France. Aussi, dans la séance du 27 février dernier, M. Turrel a appelé l'attention de la Chambre sur cette importante question. Il a demandé au Gouvernement :

1^o S'il avait l'intention de renouveler le traité turc ;

2^o Quel régime douanier il entendait appliquer, après la cessation de ce traité, aux produits turcs à leur entrée en France ?

Sous le régime du traité de 1861, lorsqu'un navire français arrivait en Turquie avec des marchandises françaises, ces marchandises payaient un droit d'entrée de 8 % *ad valorem*, d'après un tarif annexé à ce traité. Si ce même navire voulait emporter des produits turcs, il devait payer en partant un droit d'exportation de 1 %.

D'après l'article 15 du traité, le droit de douane sur les produits turcs, à leur entrée en France, était régi par la clause générale du traitement de la nation la plus favorisée.

A partir du 13 mars 1890, demandait M. Turrel, la Turquie sera-t-elle soumise au tarif général français ou jouira-t-elle du régime de la nation la plus favorisée ?

M. Tirard, Président du Conseil et Ministre du Commerce, répondit que le Gouvernement s'était déjà préoccupé de la question, mais qu'il avait pensé qu'il ne fallait pas conclure une convention isolée au moment où la grosse question des traités de commerce allait être étudiée dans son ensemble par le Parlement, qui aurait à décider s'il y avait lieu d'abandonner ou de continuer le système des conventions.

Néanmoins, a-t-il ajouté, le Gouvernement s'est préoccupé de la situation dans laquelle allait se trouver le commerce français vis-à-vis de la Turquie.

La France et la Turquie sont liées par des traités remontant à plus de trois siècles ; le premier date de 1507 et fut renouvelé à diverses reprises. Jusqu'aux premières années de la Restauration, la France a eu une situation privilégiée dans cette extrémité de la Méditerranée et dans les Echelles du Levant. Cette situation a été ensuite partagée avec d'autres puissances auxquelles la Turquie a accordé les mêmes avantages. Nous sommes aujourd'hui sur le pied d'égalité avec l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, l'Italie, le Portugal et diverses autres puissances.

La France et la Turquie se sont mutuellement concédé réciproquement le traitement de la nation la plus favorisée par le traité de 1802, et le Gouvernement français estime que ceux qui l'ont suivi, en 1838 et en 1861, n'ont fait que le confirmer sans l'annuler, et que, par suite, cette clause est indéfiniment applicable au commerce respectif de chacun des deux pays. A la suite d'un échange de pourparlers avec le gouvernement turc, il a été convenu qu'à partir du 13 mars 1890 et jusqu'à la mise en vigueur de nouveaux arrangements commerciaux destinés à remplacer le traité de 1861, les deux nations s'accorderaient réciproquement le bénéfice de la clause de la nation la plus favorisée.

L'interprétation donnée par M. Tirard au traité de 1802 est contestée par M. Turrel, qui prétend que rien dans les capitulations de 1742, ni dans les traités de 1802 et de 1838, ne règle les droits d'entrée des produits turcs en France et ne leur accorde le traitement de la nation la plus favorisée, et ce qui le prouve, c'est que si cette clause avait implicitement existé dans les traités antérieurs, on ne l'aurait pas insérée dans le traité de 1861, où elle se trouve pour la première fois. Sous l'apparence d'une interprétation des anciens traités, le Gouvernement a conclu en réalité une convention nouvelle, sous sa seule responsabilité et sans la soumettre au Parlement. *

Quant à la Turquie, si elle accepte si facilement cette manière de voir, c'est parce qu'elle nous envoie une quantité de produits double de celle qu'elle reçoit de nous. En 1862, nos exportations en Turquie étaient de 50 042 825 francs, tandis que nous importions pour 104 432 367 francs ; en 1888, nos exportations n'ont atteint que

47 556 905 francs, tandis que nos importations s'élevaient à 115 803 309 francs.

L'opinion du Gouvernement français a soulevé de nombreuses protestations. La Commission générale des douanes s'en est vivement préoccupée, et elle s'est demandé par quel moyen le Parlement français pourrait dégager sa responsabilité et revendiquer notre liberté d'action à partir du 13 mars 1890. Elle continuera l'étude de cette question dans ses réunions ultérieures et examinera toutes les pièces diplomatiques qui la concernent.

On annonce aussi une interpellation au Sénat sur le même sujet. Nous ferons connaître l'opinion qui prévaudra définitivement.

ÉMILE BERT,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Docteur en droit,
Professeur à l'École commerciale de Paris.

CORRESPONDANCE

LE PORT DU HAVRE ET L'ESTUAIRE DE LA SEINE

Rouen, 8 mars 1890.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

Dans son dernier numéro, le *Génie Civil* (1) rendant compte des travaux de la Commission qui, au Sénat, étudie cette éternelle question du Port du Havre et de Rouen, dit à ses lecteurs : « Le contre-projet présenté par M. de Coëne n'a pas été accueilli favorablement par la Commission, qui l'a écarté. »

Je ne sais ce qui s'est passé après ma sortie, mais je ne saurais trop louer la courtoisie de MM. les Sénateurs, si c'est par pure déférence qu'ils m'ont, pendant plus d'une heure, prêté une attention dont j'ai été vivement flatté. Dans l'intérêt de cette question si grave, à laquelle votre journal semble attacher l'intérêt qu'elle mérite, permettez-moi de résumer, en quelques lignes, les bases de l'argumentation que j'ai développée devant la Commission du Sénat.

Je suis, vous le savez, depuis longtemps sur la brèche, et je me suis fait des ennemis même parmi mes concitoyens de Rouen, par l'insistance que j'ai mise à les prémunir contre les tendances néfastes qui ont amené la rivalité de Rouen et du Havre, dans cette question de l'utilisation de l'estuaire.

Au cours des séances du Congrès international des travaux maritimes de l'Exposition universelle de 1889, dans une conférence dont il voulut bien se charger et qui formait une sorte de programme des choses les plus intéressantes que l'Exposition pouvait offrir, M. Laroche, Ingénieur en chef des Ponts et chaussées, terminait ainsi sa communication :

« Pour mener à bien ces grands et nombreux ouvrages qu'ils exécutent ou qu'ils ont à entreprendre encore, les Ingénieurs maritimes sont en petit nombre. »

« Ils ont donc besoin, plus que tous autres, d'un concours amical pour se renseigner et s'éclairer rapidement. C'est pour eux, plus que pour toute autre classe d'Ingénieurs, que les Congrès sont utiles. »

« J'ai l'espoir que celui de 1889 produira de bons fruits, laissera d'agréables souvenirs et qu'on le renouvellera. »

Jamais paroles plus justes et plus en situation n'ont été prononcées pour signaler combien les Congrès ont servi à résoudre les difficultés dont sont hérissées l'étude et l'exécution des travaux maritimes.

Parmi toutes les questions qu'ils embrassent, l'une des plus compliquées et des moins connues jusqu'à ces derniers temps, est celle des travaux d'amélioration des estuaires des fleuves à marée et des ports d'embouchure.

Pour ma part, pénétré de leur importance depuis longtemps, j'ai pris à tâche d'assister à tous les Congrès internationaux qui se sont tenus à Rouen en 1883, à Bruxelles en 1885, à Francfort en 1888, à Paris en 1889. Dans chacun d'eux, cette question a été la préoccupation des Ingénieurs les plus éminents de l'Europe, et les renseignements les plus utiles ont été produits. J'ai pu suivre ainsi, pas à pas, les progrès successifs de cet important problème des estuaires et dégager une opinion des avis et des travaux qui y ont été exposés. C'est cette opinion que je vous demande la permission d'exposer aux lecteurs du *Génie Civil*.

Jusqu'en 1880, on émettait des doutes sur la possibilité de vaincre les difficultés qui se présentent pour l'amélioration des estuaires. Les canaux latéraux avaient obtenu la faveur du Conseil général des Ponts et chaussées jusque-là. Le canal de Paimbeuf à Nantes, dont les travaux sont arrêtés avant l'achèvement, et celui de Tancarville, sont les applications récentes de cette doctrine.

Depuis cette époque, la question a pris une allure toute différente : aux incertitudes d'autrefois ont succédé une suite d'études des plus remarquables qui ont éclairé les points les plus douteux, et on a abordé résolument le problème de l'amélioration directe des estuaires.

Au congrès de Bruxelles (1885), des solutions avaient déjà été proposées. C'est au congrès de Francfort en 1888, qu'elles ont revêtu une forme précise.

Les travaux faits dans l'estuaire de la Tees, par M. l'Ingénieur Fowler, la nouvelle entrée de la Meuse par M. l'Inspecteur général Coland, avaient fourni des faits. Puis vinrent ceux de la rectification du Weser, par M. Franzéus. De ces travaux, naquirent les conclusions

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 49, page 397.

présentées par M. Franzéus et adoptées à l'unanimité par le congrès de Francfort en 1888.

A ce même congrès, furent communiquées les expériences de M. Reynolds, sur l'estuaire de la Mersey, et enfin celles de M. Vernon-Harcourt, sur la Seine. Les principes de la méthode expérimentale ont eu l'approbation unanime du congrès sur le rapport de M. Quinette de Rochemont, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de France. Ces expériences, qui ont fait abandonner les formules vagues d'autrefois, ont même démontré que les projets de l'administration, pour le Port du Havre, présentent des déficiences sérieuses qui demandent une étude nouvelle.

Il est établi aujourd'hui qu'on peut, grâce à la nouvelle méthode expérimentale, déterminer la forme et la position des digues de direction, après une étude approfondie du jeu des marées, de la forme des estuaires et de leur régime; que dans un port d'embouchure comme le Havre, on peut obtenir à la fois les avantages d'un port sur la mer et sur un fleuve, le rendre accessible à toute heure de marée pour les plus grands navires; qu'on peut donner au port du Havre avec des dépenses relativement peu élevées, les mêmes conditions de navigabilité qu'aux ports de Flessingue sur l'Escaut, de Southampton, de Tilbury docks sur la mer, de Cux-Haven à l'embouchure de l'Elbe, où l'on n'a plus à tenir compte de la marée.

La navigation moderne des grands paquebots postaux trouve alors le moyen de ne plus perdre une heure; considération très importante pour des navires animés d'une vitesse de 20 nœuds à l'heure et qui ne demandent que 6 à 7 jours pour aller d'Europe en Amérique, et forcent les armateurs à tenir compte des pertes de temps à l'arrivée.

Ce sont ces motifs que j'ai développés devant le Sénat, qui a pu ne pas en délibérer, mais qui m'a paru surtout frappé des considérations suivantes :

En même temps qu'on donne les facilités au Havre, on améliore la Seine, on crée dans l'estuaire une rade profonde où pourront venir s'abriter, et sur la Manche, toutes nos flottes de commerce et de guerre; où nos navires de guerre pourront se réfugier à l'abri du bombardement auquel le port du Havre, aujourd'hui, serait exposé.

Car, il faut le dire et le répéter, aujourd'hui, par suite des perfectionnements de l'artillerie, dont la portée est de 12 à 18 kilomètres, nos ports à flanc de côte, comme le Havre, Boulogne et Cherbourg, peuvent courir des dangers de destruction qu'ils ne redoutaient pas il y a quelques années.

De plus, en écartant ainsi ce danger, on permet l'entrée à toute heure aux ports d'embouchure et l'entrée à toute marée des navires en destination des ports intérieurs Honfleur, Rouen et Paris.

Les projets d'amélioration du port du Havre, dressés il y a trois ans, en se basant sur les anciens errements, doivent être refusés en tenant compte de la lumière que les Congrès ont apportée sur cette question. Les expériences faites, celles plus importantes encore qui sont en cours ont tout bouleversé.

Mais un avantage qu'il est aussi important d'envisager, c'est la concentration des efforts en un seul point.

Par les projets soumis aux Chambres et que le Sénat n'a pas acceptés, comme la Chambre, sans les étudier, on commet encore une grande faute. Il semble que l'on se soit efforcé de compliquer la question. En faisant deux entrées séparées, on s'oblige à faire deux fois la même dépense, une fois pour la Seine, une fois pour le Havre; en faisant l'entrée sur la Seine, on économiserait les deux tiers de la dépense totale. Car l'avant-projet actuel coûtera certainement plus de 200 millions; cet avant-port est exposé à se combler et il se comblera par les vases comme se comble l'avant-port d'Amsterdam, à Ymuiden. On dépensera chaque année des sommes considérables en dragages et entretien.

Si, au contraire, l'estuaire est accessible, comme le démontrent les expériences de M. Vernon-Harcourt, l'entrée nouvelle du Havre n'entraînera qu'à une faible dépense. Tous les efforts, tous les travaux, toutes les dépenses seront appliqués en un même point unique, la Seine, pour le pays tout entier.

L'antagonisme du Havre et de Rouen disparaît, et Paris, qui prétend, lui aussi, devenir un port de mer, est réuni à la mer, la Seine formant la rue qui amènera les navires de plus en plus loin dans l'intérieur des terres. Au lieu de questions locales, il n'y a plus qu'un intérêt général à défendre, et le projet discuté s'élève à la hauteur d'un intérêt national. Les ressources ne manqueront pas et avec des taxes très faibles, on arrivera à faire le travail facilement sans recourir au budget.

Et si un ministre se rencontre qui, parvenant à se dégager de la routine où nous nous épuisons, fait prévaloir les justes idées émises dans l'un des derniers articles publiés dans le *Génie Civil* (1), l'initiative privée reprendra son action vivifiante, et nos ports autrefois si réputés reprendront leur grand rôle.

Veuillez agréer, etc.

J. DE COENE.

NÉCROLOGIE

ÉDOUARD CHARTON

M. Edouard Charton sénateur, est mort à Versailles, le 27 février 1890. Né à Sens (Yonne), le 11 mai 1807, il avait conquis une place remarquable dans l'élite des publicistes de la Presse spéciale française; son existence fut toute de travail, d'honneur et de talent.

Tout d'abord rédacteur en chef du *Bulletin de la Société pour l'ins-*

truction élémentaire et du *Journal de la morale chrétienne*, Edouard Charton fonda, en 1833, le *Magasin pittoresque*, qu'il dirigea pendant cinquante années, il collabora à la *Revue encyclopédique*, que dirigeait son ami Hippolyte Carnot, père du Président actuel de la République française, prit part à la fondation de l'*Illustration*, créa, pour le compte de la maison Hachette, le *Tour du Monde*, dont le succès fut universel, et la *Bibliothèque des Merveilles*, collection utile et remarquable de vulgarisation scientifique. Il fut un des présidents les plus zélés et les plus actifs de la *Société Franklin*, et les Bibliothèques populaires, qui rendent de si grands services, ont trouvé en lui un inappréciable concours.

Notre regretté confrère a été un publiciste éminent dans le sens le plus élevé du terme : travailleur méthodique et infatigable, il ne s'est point dispersé, au cours de sa longue carrière, dans l'ensemble des œuvres qu'il a dirigées et auxquelles il a collaboré. Chacune d'elles avait sa place marquée, son cadre défini, et il apportait à toutes la même conscience, la même probité scientifique, le même soin, qui en font le mérite et l'honneur. Il était le savant modeste et le vulgarisateur aimable, voulant être compris de tous, aimé des artistes et des écrivains qui l'entouraient et qui se trouvaient, sans effort, en communauté d'idées avec lui. L'horreur de l'utopie, de l'exagération et des imaginations mensongères caractérise son œuvre, qui a instruit deux générations.

Adhérent au saint-simonisme dans sa jeunesse, Edouard Charton en fut éloigné par les prédications mystiques d'Enfantin. Il fut Secrétaire général du Ministère de l'Instruction publique en 1848, et Membre de la Constituante, Conseiller d'Etat en 1849, Préfet de Seine-et-Oise en 1870, député de l'Yonne en 1871, puis sénateur, jusqu'à sa mort, du même département. En 1867, il avait été nommé correspondant de l'Académie des sciences morales et politiques, puis membre libre en 1876, en remplacement de Casimir Périer.

INFORMATIONS

Dosage du silicium dans les ferro-siliciums et les silico-spiegels.

M. Clerc a fait à la Société de l'industrie minérale l'intéressante communication qui suit sur le dosage du silicium.

L'emploi des ferro-siliciums et des silico-spiegels dans la fonderie de fonte et dans la fabrication des aciers moulés et autres va sans cesse en augmentant depuis quelque temps. Aussi la production de ces alliages de silicium a pris depuis quelques années un très grand développement.

Ayant eu à suivre jour par jour une fabrication de ces alliages au haut fourneau et devant fournir des résultats d'analyses dans le plus bref délai possible, M. Clerc a reconnu que les indications données à ce sujet par les traités de chimie étaient tout à fait insuffisantes, et a dû faire de nombreux essais avant de constituer une méthode sûre et rapide.

Avant de la décrire, voici tout d'abord le résultat de ses observations sur les différents procédés généralement en usage jusqu'à ce jour.

La méthode de dosage du silicium par voie sèche, très employée et qui donne d'excellents résultats quand il s'agit d'aciers ou de fontes ordinaires, consiste à oxyder le silicium au rouge dans un moufle ou dans un courant d'air ou d'oxygène, et à séparer la silice du fer et des autres corps que peut contenir le métal, par un courant d'acide chlorhydrique gazeux parfaitement desséché. Dès que l'on a affaire à des ferro-siliciums ou à des silico-spiegels, l'oxydation est très lente et demande les plus grands soins. En outre, la séparation de la silice des autres corps est très difficile à obtenir complètement. Les résultats risquent donc d'être trop forts. Dans ces conditions, cette méthode, présentant des causes d'erreur qu'on n'arrive pas toujours à éviter, est à rejeter quand il s'agit de fontes siliceuses.

Les procédés d'attaque du métal par l'eau régale ou par l'acide chlorhydrique après fusion préalable aux carbonates alcalins de potasse ou de soude, qui étaient ceux principalement suivis jusqu'à ces derniers temps, ne sont pas non plus susceptibles de donner rapidement des résultats avec un degré d'exactitude suffisant. Les siliciums de fer et surtout ceux de manganèse sont difficilement attaquables aux acides et même à l'eau régale, lorsqu'ils sont assez riches en silicium. L'évaporation à sec est des plus délicates, et, malgré les plus grandes précautions, on court les risques d'avoir des pertes de silice non rendue insoluble dans les acides et par conséquent d'avoir un dosage trop faible, ou que la silice obtenue contienne du fer ou des sels alcalins et d'avoir alors un dosage trop fort. On peut encore craindre que l'oxydation du silicium ne soit pas assez énergique et d'avoir des pertes de ce métalloïde à l'état d'hydrogène silicié. Donc, ces méthodes, au double point de vue de la rapidité et de l'exactitude, sont encore loin de donner pleine satisfaction.

Depuis quelque temps déjà, l'on s'est préoccupé de trouver des méthodes plus rapides et plus exactes que celles dont nous venons de parler. L'une des dernières recommandées consiste à traiter le métal par l'acide azotique, puis par l'acide sulfurique, jusqu'à départ de l'acide azotique; après filtration du résidu de carbone et de silice, lavage à l'eau chaude et à l'acide chlorhydrique : on obtient de la silice, qui, calcinée, est complètement pure. Il a été reconnu par de nombreux essais que l'on obtient ainsi des résultats d'une grande exactitude. Malheureusement les ferro-siliciums et les silico-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 16, p. 344.

spiegels ne s'attaquent plus complètement par ce procédé dès que la teneur en silicium dépasse 6 à 7 %.

Au congrès tenu à New-York en 1880 par l'*American Institute of Mining Engineers*, M. Thomas Drown a fait connaître le résultat des recherches qu'il a faites au laboratoire de Lafayette-College pour le dosage du silicium dans les aciers et les fontes. Voici en quoi consiste la méthode indiquée : on traite le métal dans un creuset par le sulfate acide de potasse au rouge ; l'opération doit être conduite avec le plus grand soin, pour éviter une réaction trop violente ; avec un peu d'habitude, on arrive à obtenir l'oxydation de 1 gramme de métal en 30 minutes. Après avoir dissous dans l'eau bouillante la masse fondue, on ajoute un peu d'acide chlorhydrique pour dissoudre ce qui reste adhérent au creuset. On filtre alors la silice dès que la dissolution est complète. Ce procédé, qui donne de bons résultats, surtout pour les fontes riches en silicium, a l'inconvénient d'exiger beaucoup de soins, sans quoi, on obtient des résultats erronés et, de plus, à moins de posséder de nombreux creusets en platine, de ne pas permettre de conduire plusieurs opérations en même temps.

Il faut indiquer enfin une modification apportée par quelques laboratoires au procédé d'attaque par l'acide azotique, puis par l'acide sulfurique, pour le rendre applicable à toutes les fontes silicieuses, quelle que soit leur teneur en silicium. Au lieu de traiter le métal par l'acide azotique seul, on emploie l'eau régale, puis, comme avant, on ajoute de l'acide sulfurique et on chauffe jusqu'à l'apparition des vapeurs blanches. Cette dernière façon de procéder, appliquée notamment au laboratoire des usines du Creusot, donne de très bons résultats. Mais vers la fin de l'opération, alors que le liquide est assez concentré et que l'on va atteindre les vapeurs blanches, il y a lieu de craindre des projections et par conséquent d'avoir des pertes de silice.

Ces diverses méthodes par voie humide, sans évaporation à sec, sont assez rapides et sont susceptibles d'une grande exactitude. M. Clerc leur préfère le procédé suivant, dont l'application n'offre aucune difficulté sérieuse ; il donne rapidement des résultats très exacts, et, enfin, il s'applique très bien aux alliages les plus riches en silicium que l'on emploie actuellement en métallurgie.

On place un gramme de fonte aussi finement pulvérisée que possible dans un ballon de 350 à 400 centimètres cubes de capacité. On verse par-dessus 15 à 20 centimètres cubes d'eau distillée, 8 à 10 centimètres cubes de brome pur, puis 75 centimètres cubes environ d'acide chlorhydrique pur. On fait chauffer au bain de sable à une température voisine de 100°. A cette température, le brome agit vivement sur le métal et oxyde le silicium ; l'acide chlorhydrique dissout le fer et le manganèse. En prolongeant ainsi le chauffage de façon à réduire la liqueur à 40 ou 50 centimètres cubes de capacité, l'attaque est en général complète, et le résidu du carbone et la silice à l'état grenu se rassemblent au fond du ballon. Avec un peu d'habitude, on se rend très bien compte du moment de la fin de l'attaque, le résidu de carbone et la silice étant beaucoup plus légers que la fonte non attaquée. On étend alors avec de l'eau bouillante (200 ou 300 centimètres cubes) et on filtre immédiatement ; le lavage se fait avec de l'eau bouillante. La silice calcinée est parfaitement pure.

Le temps total nécessaire pour un dosage ne dépasse pas quatre heures. Un même opérateur peut du reste très facilement conduire six ou huit opérations en même temps et même un nombre plus considérable.

Pour ne pas être incommodé par les vapeurs de brome, il est bon de prendre la précaution de se mettre dehors quand on verse le brome dans le ballon, et de disposer le sable sur lequel on fait chauffer les ballons sous une hotte munie d'un bon tirage.

Avant d'adopter cette méthode de dosage du silicium, on a fait de nombreux essais pour se rendre compte de l'exactitude des résultats qu'elle donne. On a d'abord constaté qu'il ne restait pas de silice dans la liqueur de filtration. On a, d'autre part, comparé les chiffres fournis par cette méthode avec ceux donnés par d'autres procédés connus. On a reconnu que les résultats étaient d'une très grande exactitude et que l'on ne commettait pas d'erreur de plus de 1 ou 2 millièmes pour cent, ce qui est négligeable pour des alliages contenant jusqu'à 12 ou 14 % de silicium. Enfin, pour être complètement édifié sur la valeur de ce procédé, M. Clerc l'a fait essayer dans plusieurs laboratoires, et les chimistes ont tous constaté l'exactitude des résultats.

En terminant, il faut faire remarquer que la même attaque, qui sert à doser le silicium, peut servir aussi pour le dosage du manganèse ; cela n'est pas à dédaigner quand on a affaire à des alliages difficiles, et souvent même impossibles à attaquer directement par les acides.

Pour le manganèse, il suffit de précipiter dans la liqueur de filtration de la silice le fer et le manganèse par l'ammoniaque et l'eau bromée, puis de reprendre sur le filtre ce précipité par l'acide azotique étendu. On continue alors en appliquant la méthode de dosage décrite par M. Rollet (¹).

Modification du frein de Prony.

M. J. E. Denton propose, dans l'*Engineer*, de remplacer dans le frein de Prony les segments en bois de la poulie de frein par une corde disposée de la manière suivante. L'un des bouts de cette corde FJ (fig. 1) se divise en deux parties de diamètre plus faible que la corde principale et qui se fixent sur une pièce transversale H ; entre ces deux parties passe la corde principale qui vient se fixer dans une pince portée par une tige filetée à manette G. Le bâti qui porte la traverse H

et la tige G reposant sur le plateau d'une bascule, le chiffre lu sur le levier, diminué du poids du bâti, correspond à l'effort total de frottement exercé par la corde sur la poulie de frein C. L'avantage préconisé par M. Denton consiste en ce que les conditions du frottement exercé par une corde sur une poulie en fer ne se modifient pas sensiblement en présence de l'eau qui peut séjourner dans la jante creuse de la poulie quand on l'arrose pour empêcher l'échauffement. Avec des segments en bois, au contraire, la projection de l'eau sur la jante amène de telles variations dans le frottement, qu'il devient très difficile d'observer d'une manière régulière le poids sur le levier, et que, par suite, l'essai des machines dont on ne peut régler la vitesse à l'aide d'un régulateur, ne donne des résultats exacts que s'il est très court. L'emploi des cordes permet au contraire de se passer de régulateur, pourvu qu'on détermine la tension à l'aide de la manette G ; il suffit alors d'observer, non plus le poids à faire mouvoir, mais l'aiguille d'un tachéomètre A. Si cette dernière se maintient à peu près fixe, on peut être assuré que le poids fait équilibre au frottement, tandis que si l'on essaie de régler la tension de la corde par l'observation directe du levier, on verra se produire des variations considérables dans la vitesse, le levier constituant un appareil de réglage très peu sensible dans son action sur la vitesse.

Grâce à ce mode de réglage, il est possible de prolonger les essais dans les machines sans régulateur, sans que le nombre de tours en-

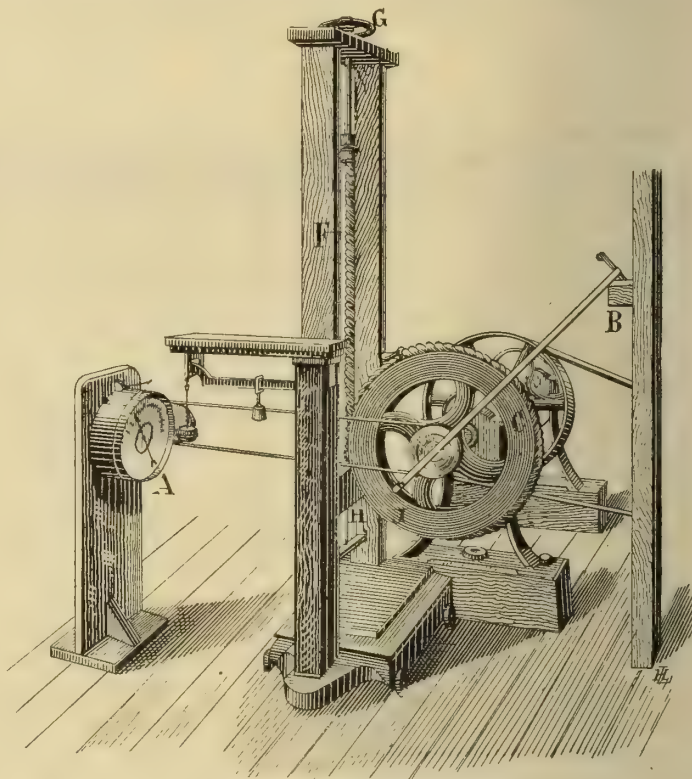


FIG. 1. — Frein de Prony à corde.

registré par un compteur B donne des différences supérieures à 1 % pendant plusieurs heures consécutives. A l'appui de ce qui précède, l'auteur donne les résultats qu'il a obtenus dans un essai fait pendant cinq heures sur une machine de 0^m20 × 0^m225, tournant à 150 tours par minute et produisant environ 8 chevaux indiqués : nombre de tours de la poulie de frein pendant la première heure, 9128 ; pendant la deuxième, 9146 ; pendant la troisième, 9094 ; pendant la quatrième, 9218 ; pendant la cinquième, 9164.

M. Denton fait observer toutefois qu'une corde s'use plus rapidement que des segments en bois. Une poulie de frein de 0^m60 de diamètre intérieur et de 1^m425 de largeur à la jante, comporte une corde en chanvre de manille de 0^m025 de diamètre ; celle-ci se carbonisera au point où la tension atteint son maximum, pour une absorption de force de 17 chevaux à raison de 150 tours par minute, si l'eau qui sert à refroidir la poulie n'est envoyée sur la jante qu'en quantité suffisante pour suppléer à l'évaporation. Dans ce cas, une corde de 0^m025 de diamètre se rompt après une heure de travail continu, quoique l'effort de traction qu'elle supporte ne soit que de 270 kilogr., c'est-à-dire 1/12 de sa résistance à la rupture. Une corde de 0^m0375 de diamètre posée sur une poulie de 0^m60 pourrait absorber 20 chevaux, pendant plus d'une heure, avec une dépense d'eau égale à 1 litre par minute. Pour les grandes forces, il conviendrait d'augmenter le diamètre des poulies de manière à répartir la chaleur sur une plus grande surface de jante.

Nouvelle voie pour plaque de rotation dans les ponts tournants.

Pour éviter les efforts brusques qu'on observe sur les plaques de rotation des ponts tournants au droit des joints, et pour permettre en même temps d'obtenir une voie posée bien également sur le couonnement des piles, M. Towler, Ingénieur américain, propose la disposition suivante dont nous empruntons les dessins et les détails à l'*Engineering of Building Record*.

(1) Société de l'industrie minière. Compte rendu de février 1881.

Les voies qui embrassent les galets sont formées de bandes plates en fer forgé, posées de champ et à joints contrariés (fig. 1, 2 et 3). Pour la voie inférieure, ces bandes B B sont réunies par des boulons C C, et reliées aux plaques de fondation A par des cornières D D et des boulons E E. Pour la voie supérieure, les bandes sont disposées de chaque côté de l'âme K de la poutre générale, dont la table L L sup-

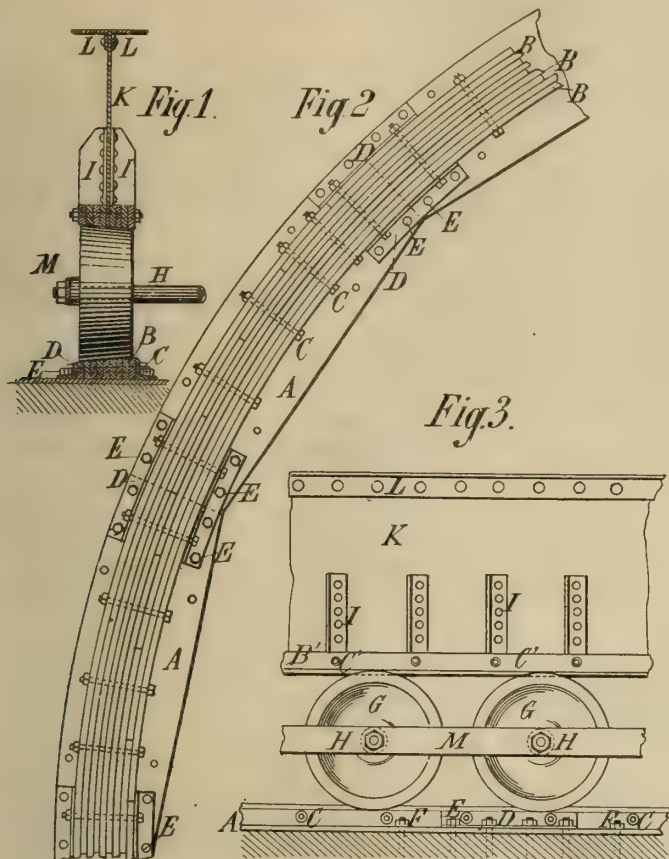


FIG. 1, 2 et 3. — Voie pour plaque de rotation de pont tournant.

porte le pont. Des cornières I I viennent renforcer l'âme K au droit des boulons de jonction C' C'.

Les galets G présentent, comme à l'ordinaire, des axes H réunis à l'extérieur par une bande M.

Pour construire ces voies, on dispose les bandes de champ à côté les unes des autres en droite ligne, et on les rabote toutes à la fois tant sur leur face conique que sur leur face plane. Puis on leur donne la courbure nécessaire, et on les fixe soit sur les plaques de fondation AA, soit sur les supports I I, comme l'indique la figure.

Le tunnel sous l'Hudson River à New-York.

D'après les renseignements qui nous parviennent de New-York, le procédé employé par M. Greathead pour la construction du nouveau tunnel sous la Tamise, procédé que nous avons complètement décrit précédemment dans le *Génie Civil* (1), va être incessamment appliqué pour l'achèvement du tunnel commencé sous l'Hudson River. Cet ouvrage, qui a pour but d'établir une communication directe entre New-York et Jersey City par voie ferrée, a été commencé en 1874 sur les plans de l'Ingénieur américain D. C. Haskin.

On a prévu deux galeries adjacentes séparées par un mur et devant livrer chacune passage à une voie. Leurs dimensions communes sont de 5^m40 de hauteur et 4^m80 de largeur en œuvre. La longueur totale de l'ouvrage est de 1700 mètres environ avec des approches de 1200 mètres à chacune des extrémités. Il y a actuellement 615 mètres de tunnel achevé du côté de Jersey City et 180 mètres du côté de New-York. Des puits foncés à chaque bout avec un diamètre intérieur de 9 mètres et une épaisseur de 1^m20 de maçonnerie de briques, permettent d'enlever les déblais.

Chaque galerie est formée d'un cylindre en plaques d'acier réunies par des cornières dans le sens longitudinal et le sens transversal; ces cornières se boulonnent à l'intérieur du tunnel et servent d'appui à un anneau de 0^m75 d'épaisseur en maçonnerie de briques jointoyées par un mortier de ciment hydraulique. Le travail s'est poursuivi dans une couche d'argile sableuse qui paraît devoir régner sur presque toute la longueur et dont on a laissé une épaisseur de 4^m50 au-dessus de l'extrados de l'ouvrage. La cohésion est suffisante pour ne donner lieu qu'à des pertes insignifiantes d'air comprimé.

Le mode de travail employé jusqu'à ces derniers temps était le suivant. On fermait l'entrée de la partie achevée du tunnel à quelque distance de l'attaque, par une cloison en briques de 1^m20 d'épaisseur, donnant passage à l'écluse à air. Celle-ci était disposée à l'origine d'un

tube-pilote en tôle de 1^m80 de diamètre, qui permettait d'étayer l'excavation, et en avant et autour duquel les ouvriers travaillaient au déblai sous la protection de l'air comprimé. L'évacuation des déblais se faisait par un petit tramway roulant à l'intérieur de ce tube et de l'écluse. Aussitôt l'excavation terminée sur une longueur de 3 mètres, les poseurs de revêtement établissaient les feuilles d'acier en les réunissant à celles qui étaient déjà mises en place; puis les maçons faisaient l'anneau de briques correspondant. On arrivait ainsi à parachever par jour une longueur de 0^m90 pour une galerie.

Ces travaux ont été interrompus à diverses reprises faute de fonds, et ils étaient en dernier lieu restés abandonnés pendant sept années: naturellement le tunnel s'était rempli d'eau qu'il a fallu épuiser. Il s'était même produit, à la tête d'une des galeries, une excavation qu'il a fallu combler avant de reprendre les opérations. On y est parvenu en immergeant à marée basse une sorte d'énorme sac en toile à voiles chargé de pierres, ferrailles, etc., dans le trou formé, et l'on est parvenu à relier ainsi la partie achevée du tunnel à la couche dans laquelle il devait être continué.

On compte que l'application du procédé Greathead va permettre d'obtenir une progression beaucoup plus rapide que celle que nous avons indiquée plus haut, et qu'on pourra même la porter à 4^m50 par jour.

Dosage du soufre dans la houille.

M. R. Brullé, chimiste, ayant constaté que le procédé classique de dosage du soufre dans la houille donnait toujours des résultats trop faibles, en raison de la non-fixation complète de l'acide sulfureux, lequel se volatilise en partie, a modifié comme suit la marche à suivre:

Dans une nacelle en platine longue de 0^m30 et mesurant en largeur et en profondeur 15 millimètres, il introduit un mélange intime de 20 grammes d'azotate de potasse et de carbonate de soude, à parties égales, et de 1 gramme, finement pulvérisé, de la houille à analyser; ce mélange est étalé dans toute la longueur de la nacelle, au fond de la rigole, et recouvert d'une légère couche d'azotate, de carbonate et d'un peu de chlorate potassiques pulvérisés ensemble. Un couvercle, également en platine, est glissé dans les deux coulisses longitudinales dont est munie la nacelle, qu'il ferme presque hermétiquement; on complète cette fermeture par l'introduction, dans les interstices, d'un peu du mélange ci-dessus.

L'appareil ainsi préparé est porté sur une grille à analyse et chauffé progressivement d'une extrémité à l'autre, jusqu'à ce que la matière ait subi entièrement la fusion. On lave ensuite le tube à l'eau chaude, puis on traite par l'acide chlorhydrique; on évapore à siccité pour rendre insoluble le peu de silice renfermée dans le charbon, on reprend par l'eau acidulée, on traite par le chlorure de baryum, etc., comme dans la méthode ordinaire.

Ce mode de dosage a constamment donné à l'auteur un tiers en plus de soufre dans les échantillons de houille qu'il a analysés.

Nouvel engrais pour la vigne.

M. Georges Ville, professeur au Museum d'histoire naturelle, a donné une formule d'engrais composé de superphosphate de chaux, de carbonate de potasse et de sulfate de chaux. Toutefois, comme le carbonate de potasse est actuellement d'un prix trop élevé, et comme, d'autre part, sa fabrication est trop restreinte pour répondre aux besoins de l'agriculture, M. Georges Ville remplace le carbonate de potasse, qui l'emporte sur les autres sels de potasse, par le salpêtre. On introduit ainsi l'azote, qui joue un grand rôle dans les engrais.

Voici la formule de M. Ville:

Superphosphate de chaux	400 kilogr.
Nitrate de potasse	300 —
Sulfate de chaux	300 —

Ces 1000 kilogr. suffisent généralement pour un hectare. Voici comment on les emploie:

On creuse à la bêche autour de chaque cep une petite cuvette dans laquelle on répand bien également la quantité d'engrais que l'on a déterminée en divisant 1000 kilogr. par le nombre de ceps à l'hectare. On recouvre ensuite l'engrais avec la terre du déblai pour combler la cuvette.

Lorsqu'il s'agit de grands vignobles, on répand l'engrais sur le sol en avant et en arrière des ceps, et on le recouvre à la charrue.

Ce traitement des vignes peut se faire en hiver. La saison actuelle est encore très favorable.

Exposition des Sciences et Arts industriels au Palais de l'Industrie, à Paris.

La deuxième Exposition des Sciences et Arts industriels s'ouvrira au Palais de l'Industrie, à Paris, de juillet à novembre prochains. Organisée par la Société nationale des Sciences et des Arts industriels pour le développement de l'industrie française, elle paraît appelée au même succès que la précédente. La mécanique, l'électricité, l'hygiène, l'enseignement technique, etc., y seront représentés d'une façon importante.

(1) Le procédé Greathead consiste essentiellement dans la pose d'un revêtement en fonte établi à l'air comprimé, l'excavation étant poussée à l'abri d'un bouchier, appliqué contre le sol naturel par des presses hydrauliques, et le remplissage entre l'excavation et le revêtement s'effectuant par l'envoi d'un coulis de ciment en conduite forcée.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 21 février 1890.

Présidence de M. V. CONTAMIN.

Congrès international de sauvetage, à Toulon, en 1890. — M. CACHEUX remet à la Société le compte rendu in extenso du 9^e Congrès international de sauvetage, et invite les Membres de la Société à prendre part au 10^e Congrès qui se tiendra le 8 avril 1890, à Toulon.

Les traités de commerce et leur renouvellement (1). — Communication de M. E. BERT. — M. LE PRÉSIDENT appelle l'attention de la Société sur le sujet important qui va être traité par M. E. Bert, conformément à l'article 4 des statuts de la Société ainsi conçu : « Poursuivre par l'étude des questions d'économie industrielle, d'administration et d'utilité publique, l'application la plus étendue des forces et des richesses du pays ».

M. Emile Bert expose la question au point de vue général, dans le but d'amener sur ce sujet les observations et les discussions utiles des Membres de la Société. Il examine les divers systèmes économiques qui se sont succédés à ce sujet, en France, depuis la loi du 5 novembre 1790, qui a établi l'unité du tarif général, et en décrit les phases.

L'auteur se prononce pour l'abandon des traités de commerce, et pense qu'il n'y a de discussion rationnelle que sur le choix du régime à adopter pour l'avenir. Il réfute la théorie de certains économistes qui prétendent que, plus le commerce fait avec l'étranger est lucratif, plus la somme des importations doit excéder celle des exportations, et combat les arguments que l'on fait valoir en faveur des traités de commerce.

La communication de M. Em. Bert sera discutée dans une séance ultérieure.

Le pont du Forth. — Communication de M. COISEAU. — M. COISEAU prend la parole au sujet de l'inauguration du gigantesque pont construit sur le pont du Forth, près d'Edimbourg. Ayant eu l'honneur de collaborer à sa construction pour l'établissement des fondations pneumatiques, il a pu suivre de près le travail et les moyens mis en œuvre pour son exécution. M. Coiseau résume les phases de cet important travail, et engage les Membres de la Société à se rendre à l'invitation qui leur sera prochainement faite d'aller visiter cet ouvrage, le plus considérable de ce genre qui ait été exécuté jusqu'à ce jour.

Sur quelques observations présentées par MM. CACHEUX et AUG. MOREAU, M. Coiseau ajoute que les essais de résistance définitifs du pont, actuellement en cours, paraissent devoir être entièrement conformes aux prévisions.

M. LE PRÉSIDENT félicite M. Coiseau de la grande part qu'il a prise dans l'établissement de ce magnifique spécimen de l'art de la charpente métallique, et le remercie d'y avoir représenté avec autant de succès que de talent le Génie civil français.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 17 février 1890.

Physique. — *Calcul de la compressibilité de l'air jusqu'à 3 000 atm.* Note de M. CH. ANTOINE.

Appliquant la relation $pV = D(B + t)$, l'auteur a poussé ses essais jusqu'à ce que la pression de l'air atteigne 3 000 atmosphères et à l'aide d'un tableau qu'il a joint à sa note, pour toutes les pressions jusqu'à cette limite, il est facile de vérifier que cette relation s'applique avec une grande approximation, soit aux résultats de ses secondes expériences, soit enfin aux résultats des expériences de M. Amagat.

Chimie. — 1^o *Sur les silicoglucines de soude.* Note de MM. P. HAUTEFEUILLE et A. PERRET, présentée par M. Troost.

2^o *Sur le rôle des corps étrangers dans les fers et les aciers : relation entre leurs volumes atomiques et les transformations allotropiques de fer.* Note de M. F. OSMOND, présentée par M. Troost.

M. Osmond a repris ses anciennes expériences, en se guidant sur les idées nouvelles de M. le professeur W.-C. Roberts-Austen, de Londres, et il a étudié expérimentalement l'action des corps étrangers sur les points critiques du fer. A cet effet, il a essayé une série de corps tels que le carbone, le bore, le nickel, le manganèse et le cuivre, dont le

volume atomique est moindre que celui du fer; puis, une autre série de corps tels que le chrome, le tungstène, le silicium, l'arsenic, le phosphore et le soufre, dont le volume atomique est, au contraire, supérieur à celui du fer.

De ses expériences, il a tiré la conclusion suivante : le rôle essentiel des corps étrangers alliés au fer, est d'avancer ou de retarder, pendant le refroidissement, la transformation allotropique de ce métal et de rendre la transformation plus ou moins incomplète, dans un sens ou dans l'autre, selon que leur volume atomique est plus grand ou plus petit que celui du fer.

En d'autres termes, les corps étrangers à faible volume, tendent à faire prendre ou conserver au fer celle de ses formes moléculaires sous laquelle il possède lui-même son moindre volume atomique, et les corps à grand volume atomique produisent l'effet inverse.

Il est à remarquer que le carbone, tout en obéissant à la loi générale, possède la propriété de subir, pour son compte, à une certaine température critique, une transformation dont la nature est encore contestable, mais dont l'existence est incontestée. Cette propriété fait toujours au carbone une place à part dans la métallurgie du fer.

3^o *Sur des acides dioxyphosphoriques et des acides oxyphosphoriques.* Note de M. J. VILLE, présentée par M. Friedel.

4^o *Sur l'acide carballytique dibromé.* Note de M. E. GUINOCHET.

5^o *Dosage de l'acide urique des urines au moyen d'une solution d'hypobromite de soude, à chaud,* par M. BAYRAC.

Electricité. — 1^o *Sur les piles à électrolytes fondus et sur les forces thermo-électriques à la surface de contact d'un métal et d'un sel fondu.* Note de M. LUCIEN POINCARRÉ, présentée par M. Lippmann.

On peut constituer des éléments de pile en plongeant dans un sel fondu, ou porté à une température assez élevée pour devenir conducteur, deux métaux de nature différente; on n'a pas, jusqu'à présent, étudié les systèmes ainsi formés; aussi M. Poincaré a-t-il pensé qu'il serait intéressant de rechercher si ces couples voltaïques obéissent aux lois établies par la théorie et par l'expérience dans le cas des piles hydro-électriques. C'est la série des recherches qu'il a faites dans cet ordre d'idées que l'auteur donne en détail dans sa communication à l'Académie.

Il résulte de l'étude faite, que la théorie d'Helmholz et ses conséquences se vérifient encore dans le cas où les électrolytes sont amenés à être conducteurs, non plus par dissolution, mais par une élévation de température.

2^o *Electrolyse par fusion ignée des oxyde et fluorure d'aluminium.* Note de M. ADOLPHE MINET.

Mathématiques. — 1^o *Sur les surfaces réglées dont l'élément linéaire est réductible à la forme de Liouville,* par M. DEMARTRES.

2^o *Sur les surfaces dont l'élément linéaire est réductible à la forme $ds^2 = F(U + V)(du^2 + dv^2)$.* Note de M. A. PÉTOT, présentée par M. Darboux.

Hydraulique. — *Sur la distribution des pressions et des vitesses dans l'intérieur des nappes liquides issues de déversoirs sans contraction latérale.* Note de M. BAZIN, présentée par M. Boussinesq.

Séance du 24 février 1890.

Physique. — *Sur la variation qu'éprouvent, avec la température, les biréfringences du quartz, de la barytine et du disthène.* Note de MM. ER. MOLARD et H. LE CHATELIER, présentée par M. Daurée.

Chimie. — 1^o *Sur la tension de vapeur des dissolutions faites dans l'acide acétique.* Note de MM. F.-M. RAOULT et A. RECOURA, présentée par M. Berthelot.

2^o *Action, par la voie sèche, des différents arsénates de potasse et de soude sur les oxydes de la série magnésienne.* Note de M. C. LEFEBVRE, présentée par M. Troost.

Il résulte des recherches faites par M. Lefebvre sur l'action par la voie sèche des différents arsénates de potasse et de soude sur les oxydes de la série magnésienne, recherches dont l'auteur signale tous les détails dans la présente note, que les oxydes de la série magnésienne donnent toujours, comme produit ultime avec les arsénates de potasse, un arséniate double de composition $2MO, KO AsO_4$.

Ils se conduisent donc comme les alcalino-terreux. Avec les arsénates de soude, les uns donnent un arséniate double de composition $2MO, NaO, AsO_4$, et se rapprochent ainsi de la chaux; les autres donnent un autre arséniate double, moins riche en oxyde, et ayant pour composition $MO, 2NaO, AsO_4$. La première série comprend le magnésium, le zinc, le nickel; la seconde, le cobalt, le manganèse et le cadmium.

D'autre part, le magnésium et le manganèse se rapprochent l'un de l'autre et des métaux alcalino-terreux par la formation de chloro-arsénates, tandis qu'avec les autres oxydes il ne se forme pas de produits chlorés.

3^o *Sur le dosage volumétrique du cuivre.* Note de MM. A. ETARD et P. LEBEAU, présentée par M. Schützenberger.

Electricité. — *Oscillations électriques dans des espaces à air raréfié, sans électrodes; démonstration de la non-conductibilité du vide.* Note de M. JAMES MOSER, présentée par M. Lippmann.

On sait que des tubes à air raréfié deviennent lumineux sous l'action d'une bobine d'induction; tels sont les tubes de Gessler et de Gassiot, mais dans les deux cas, les tubes sont munis d'électrodes. M. Moser simplifie l'expérience classique en supprimant complètement les électrodes.

Dans son expérience, il entoure un tube raréfié et complètement scellé de 40 centimètres de longueur sur 3 millimètres de diamètre, d'un autre tube un peu plus long et de 10 millimètres de diamètre. Ce tube extérieur est scellé d'un côté et soudé de l'autre à une pompe de Gessler. Le vide du tube intérieur reste invariable et devient lumineux; d'un bleu clair, sans stratification, au voisinage d'une bobine d'induction. Si maintenant on fait également le vide dans le tube enveloppe, le vide du tube intérieur restant constant, on observe ce qui suit :

1^o Si dans le tube extérieur la pression est celle de l'atmosphère, le tube intérieur, sous l'influence d'une bobine, devient lumineux, d'un bleu clair, comme toujours;

2^o Si dans le tube extérieur la pression descend à un millimètre de mercure, l'air y devient conducteur et lumineux, d'une couleur rouge foncé. A ce moment, l'effet protecteur du tube enveloppe se déclare. Le phénomène est renversé.

Or, on sait que les tubes de Gessler, munis d'électrodes et amenés à un état de rarefaction extrême, refusent le passage à la décharge électrique. Comme dans les expériences de M. Moser les tubes sont dépourvus d'électrodes, il se croit autorisé à dire que le vide plus parfait n'a donc plus d'effet protecteur; il est dénué de conductibilité par le courant électrique.

Mathématiques. — *Transformations en géométrie cinématique,* par M. A. MANNHEIM.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Guide pratique de l'amateur électricien, pour la construction de tous les appareils électriques, par M. E. KEIGNART, un volume broché in-18, avec 175 figures dans le texte. — J. Michelet, éditeur, Paris 1890. — Prix : 3 francs.

M. Keignart a réuni dans les 300 pages qui forment ce volume, l'étude complète de l'électricité, et cela sous une forme permettant à tous ceux qui s'intéressent à cette science, d'en suivre les progrès et les applications, sans avoir la prétention de l'approfondir. Du reste, comme le dit l'auteur lui-même, il a cherché surtout à vulgariser les connaissances en électricité, en guidant l'amateur, non seulement au milieu de tous les appareils mis en usage aujourd'hui, mais encore en lui permettant de les réaliser lui-même par des moyens élémentaires. Quelques notions de théorie, les plus indispensables, initient le lecteur aux principes fondamentaux de cette science nouvelle.

AVIS. — L'Administration du Génie Civil se charge de procurer tous les ouvrages indiqués au compte rendu bibliographique. Envoyer le montant en un mandat de poste; le port en sus.

Pour tous les articles non signés :
Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE 20, PARIS.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 44, p. 309.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — **Électricité** : Application de l'électricité à l'éclairage et au transport de la force motrice dans les caves de MM. Chandon et C^{ie}, successeurs de Moët et Chandon, à Épernay (*planches XXXVI et XXXVII*) p. 417 ; H. PORTEVIN. — **Mines** : Ouro Preto et les mines d'or (Brésil) (*suite*), p. 421 ; PAUL FERRAND. — **Mécanique** : Appareil enregistreur des dépressions produites par l'échappement dans la boîte à fumée des locomotives, p. 423 ; G.-A. RENEL. — **Hygiène** : L'hygiène de l'adolescence, p. 425 ; Dr HECTOR GEORGE. — **Variétés** : Revue des organes techniques américains, p. 427 ; FORIS. — **Exposition universelle de 1889** : La meunerie à l'Exposition universelle de 1889 (*suite*), p. 427 ; SCHIELD-TREHERNE. — **Études**

économiques : La question des traités de commerce, p. 430 ; ÉMILE BERT. — **Informations** : Four Whiting pour la carbonisation des ordures ménagères, p. 431 ; — Nouvel appareil fumivore, p. 431 ; — Locomotives compound chauffées au pétrole, p. 431 ; — Installation hydro-électrique de Van Rysselbergue, p. 431 ; — Le canal de Paris à la mer, p. 431.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séances des 3 et 10 mars 1890, p. 432 ; G. PETIT. — Société française des habitations à bon marché, p. 432.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 432.

Planches XXXVI et XXXVII : Application de l'électricité à l'éclairage et au transport de la force motrice dans les caves de MM. Chandon et C^{ie}, à Épernay.

ÉLECTRICITÉ

APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ

à l'éclairage et au transport de la force motrice
dans les caves de MM. Chandon et C^{ie}, successeurs
de Moët et Chandon, à Épernay.

(*Planches XXXVI et XXXVII.*)

Le travail des vins de Champagne constitue l'une des grandes industries de la France, industrie concentrée dans les arrondissements de Reims, d'Épernay et de Châlons, qui renferment, les deux premiers

dans 20 000 000 de bouteilles (3 000 000 pour la France et 17 000 000 pour l'étranger), qu'enfin, pour arriver à donner au vin la limpidité, la délicatesse de bouquet et surtout la régularité absolue dans la qualité qui caractérise le vin de marque, il faut conserver en cave le vin pendant cinq ans en moyenne, et, par conséquent, enmagasiner un stock égal à cinq fois le chiffre des expéditions, nous ne donnerons qu'une faible idée du caractère grandiose d'une industrie essentiellement nationale. Il faut avoir visité les caves et celliers de l'une des maisons qui possèdent les grandes marques de la Champagne pour se rendre compte de leurs énormes dimensions et de la quantité de main-d'œuvre qui s'y dépense.

Malgré l'extension de jour en jour plus grande prise par les prin-

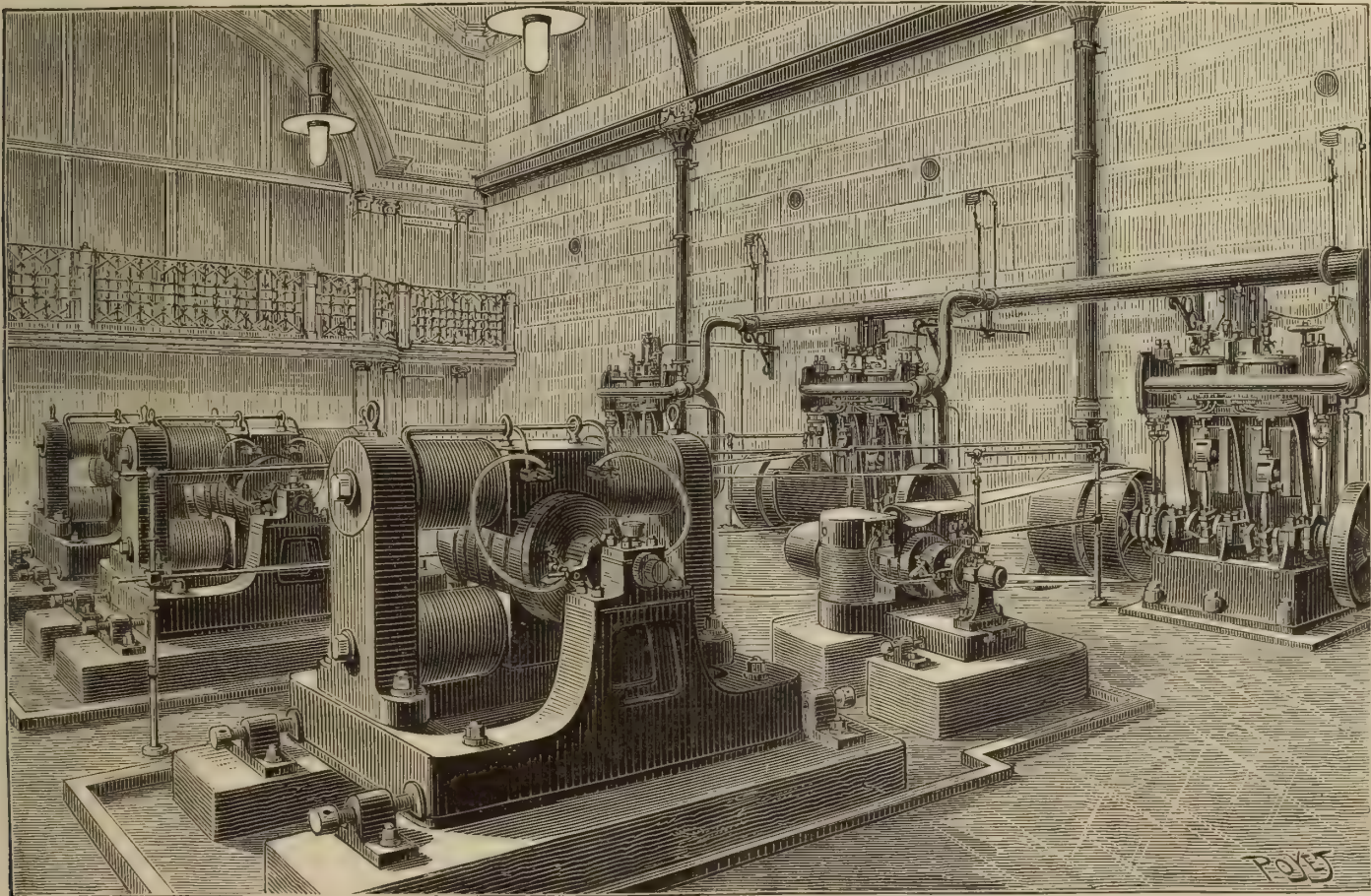


FIG. 4. — Installation de l'électricité pour l'éclairage et le transport de la force motrice dans les caves de MM. Chandon et C^{ie}, à Épernay. — Salle des machines.

surtout, la totalité des vignobles dont les produits sont connus et appréciés dans le monde entier.

Mais la nature même des manutentions subies par ces vins avant qu'ils soient livrés à la consommation, l'importance des établissements où elles s'effectuent, sont choses généralement ignorées du public. Si nous disons que l'étendue des vignobles de la Champagne est d'environ 14 300 hectares, que sa production annuelle en vin varie de 200 à 500 000 hectolitres, que l'expédition, tant en France qu'à l'étranger, gravite autour du chiffre de 160 000 hectolitres, renfermés

ceux établissements, on y avait, jusqu'à présent, peu recours aux progrès de l'industrie moderne. Le transport des produits, les diverses manutentions faites au moyen d'appareils susceptibles de recevoir le mouvement d'un moteur, s'effectuaient encore à la main. La nécessité de ne pas élever la température des caves avait fait conserver la chandelle comme seul mode d'éclairage pour toutes les parties des établissements placées au-dessous du sol.

Depuis quelques années, une transformation tend à s'opérer dans cette voie. La grande maison Chandon et C^{ie}, successeurs de Moët et

Chandon, l'une des plus anciennes de la Champagne, a été des premières à donner l'exemple. Nous allons décrire l'importante installation d'éclairage et de transport de force par l'électricité que vient d'y faire la maison Breguet, avec le concours du signataire de cet article.

Avant d'entrer dans la description des installations électriques, nous expliquerons sommairement les diverses phases du travail du vin, afin d'exposer plus clairement les desiderata qu'il y avait lieu de remplir.

Travail du vin. — A l'époque des vendanges, le raisin, aussitôt cueilli, est pressuré sans foulage préalable. Aucune fermentation n'a lieu au contact de la pulpe, afin d'éviter que le moût puisse dissoudre la matière colorante contenue dans les enveloppes du raisin. Le pressurage est généralement effectué chez le vigneron ou dans des vendangeoirs situés au milieu des vignobles. Puis le vin, mis en tonneaux, subit un premier commencement de fermentation. Il est alors transporté dans l'établissement où il doit passer par les diverses manutentions qui le transforment en vin mousseux.

Vers le mois de février, vient l'opération du *collage*, destinée à débarrasser le vin des impuretés qu'il peut contenir. Cette opération doit s'effectuer dans des caves fraîches. Puis a lieu le *recoupage*, mélange des vins de différents crus et souvent de différentes années, en proportions déterminées par une dégustation minutieuse.

Le *tirage* consiste à mettre en bouteilles le vin dont le mélange s'était effectué dans de grands foudres ; on l'en extrait par des conduites aboutissant à des appareils appelés *tireuses*, qui remplissent exactement la bouteille sans aucune chance de perte de vin. Les bouteilles, une fois remplies, passent aux mains du boucheur, qui, à l'aide d'une machine spéciale, y fait pénétrer un bouchon de liège de fort diamètre, lequel est ensuite fixé à la bouteille par une agrafe, petite lame de fer terminée par deux crochets s'engageant sous la bague du col.

C'est alors qu'a lieu une fermentation spéciale, qui transforme tout le sucre en alcool et acide carbonique ; tantôt on laisse cette fermentation s'opérer au cellier, tantôt les vins sont immédiatement descendus en caves, au moyen de monte-charges, soit à plateaux, soit à chaînes sans fin.

La fermentation, commencée avec les premières chaleurs de l'été, se continue jusqu'après les vendanges suivantes. Elle s'accompagne de la formation d'un dépôt qui trouble le vin, et parfois s'attache aux parois de la bouteille. Dans ce cas, l'action du froid, obtenue en remontant les bouteilles au cellier lors des gelées de l'hiver, permet de remettre ce dépôt en suspension.

Le vin est alors *mis sur pointe*, les bouteilles, le col en bas, étant rangées dans des trous percés dans des planches inclinées, appelées *pupitres*, qui occupent dans les caves un emplacement considérable. Après un certain temps de repos, pendant lequel le dépôt commence à descendre sur le bouchon, des ouvriers spéciaux, d'une habileté acquise par un long apprentissage, viennent chaque jour imprimer à toutes les bouteilles successivement des secousses méthodiques, qui accélèrent la descente du dépôt ; souvent cette opération, appelée *remuage*, doit être répétée pendant des mois entiers, pour que le vin devienne absolument limpide, le dépôt rassemblé sur le bouchon formant une masse de consistance sableuse. Les bouteilles bien faites, c'est-à-dire bien éclaircies, sont rangées, toujours la pointe en bas, dans des casiers où, pendant que se développe le bouquet du vin, elles attendent le moment de l'expédition.

Pendant toutes ces opérations, la tension élevée de l'acide carbonique amène la rupture d'un nombre notable de bouteilles ; toute élévation de température cause une exagération de cette tension et une augmentation de la casse, qui peut parfois devenir désastreuse. L'emploi du gaz, et en général de tout mode d'éclairage qui dégage une chaleur appréciable, est donc impossible dans les caves. La chandelle et la bougie elles-mêmes, lorsqu'une manutention un peu active exige leur emploi en quantité notable sur un même point, peuvent produire des effets fâcheux.

C'est cependant le seul mode d'éclairage qui ait été employé jusqu'au moment où, de concert avec la maison Breguet, nous avons adapté l'éclairage électrique aux besoins multiples des manutentions que nous venons d'exposer.

Pour compléter la description des opérations d'un établissement de vins de Champagne, il nous reste à parler de l'expédition.

Lorsque le vin est vendu, il y a lieu, avant de l'envoyer à la consommation, de le débarrasser du dépôt rassemblé sur le bouchon, et d'y remplacer, dans la proportion voulue par le goût de l'acheteur, le sucre, qui a totalement disparu dans la dernière fermentation, par une quantité nouvelle de sucre candi dissous dans du vin de qualité supérieure, ou par du vin de la même cuvée si le vin doit être sec ; c'est cette mixture, dont la composition ne présente d'ailleurs aucun élément étranger à ceux du vin le plus naturel, qui reçoit le nom de *liqueur*.

Le *dégorgage*, ou enlèvement du dépôt, est une opération très délicate, que peuvent seuls pratiquer des ouvriers très exercés ; elle consiste à ôter l'agrafe qui retient le bouchon, à laisser sauter celui-ci, la

bouteille ayant toujours sa pointe dirigée vers le bas, puis à relever brusquement le col lorsqu'une petite quantité de vin entraînant le dépôt a été projetée hors de la bouteille, mais en évitant toute perte inutile. Le *dégorgeur* passe la bouteille au *doseur*, qui introduit dans l'espace resté libre la quantité de liqueur voulue et achève de remplir la bouteille avec du vin identique à celui qu'elle contient ; un *boucheur* la ferme avec un bouchon de liège fin, dit *bouchon d'expédition*, introduit au moyen d'une machine ; le *ficeleur* et le *metteur en fil de fer*, toujours au moyen d'appareils ingénieux, placent sur le bouchon les liens qui s'opposent à son expulsion par la tension du gaz acide carbonique dissous dans le vin.

L'ensemble des ouvriers qui procèdent à ces opérations constitue un *chantier*. Suivant les maisons, leur travail se fait soit à même dans les caves, soit dans un bas-cellier en sous-sol, où les vins sont remontés au moment même d'être opérés. Les chantiers ont besoin d'un éclairage très complet, car le *dégorgeur* et le *doseur* doivent mirer le vin pour s'assurer de sa parfaite limpidité ; toute bouteille contenant la moindre impureté est rebutée. Le boucheur doit, en outre, vérifier l'absolue propreté du bouchon.

Le vin opéré est remonté au cellier d'expédition, où ont lieu l'encapsulation, le collage des étiquettes, la mise en papier et en paille, et enfin l'emballage en caisses ou en paniers.

Telle est, en abrégé, l'histoire de la bouteille de champagne, qui, nous insistons sur ce point, quoiqu'il soit en dehors de notre sujet, constitue, malgré les nombreuses manutentions qu'elle subit avant d'avoir acquis toutes les qualités qui en font une liqueur si exquise, un produit absolument naturel, n'ayant rien de commun avec les grossières imitations que des négociants étrangers sans scrupule ont l'audace de lui opposer.

Emplois de l'électricité. — Ainsi que nous l'avons exposé plus haut, la plupart des opérations que nous venons de décrire doivent s'effectuer à une température constante et aussi basse que possible. C'est dans des caves creusées sous le sol que cette condition peut être remplie, et l'éclairage artificiel doit être employé d'un bout de l'année à l'autre pendant toute la durée des heures de travail. Cette condition est éminemment favorable à l'emploi de l'éclairage électrique, puisque l'intérêt et l'amortissement annuels du capital engagé se trouvent ainsi répartis sur un grand nombre d'heures de travail. Toutefois, en raison de la grande étendue des locaux à éclairer, de la nécessité de reporter une quantité considérable de lumière, tantôt sur un point, tantôt sur un autre, de permettre à des ouvriers isolés, tels que les remueurs, de se déplacer au fur et à mesure de leur travail, en parcourant successivement toute une série de caveaux, tout en conservant à leur portée un appareil d'éclairage leur permettant de mirer le vin, le prix d'une installation représenterait encore une dépense inabordable, même pour les riches maisons de la Champagne, s'il fallait disposer des lampes à poste fixe, munies ou non d'interrupteurs, sur tous les points où leur usage pourrait être nécessaire.

Le problème consistait donc à donner à l'éclairage une complète mobilité ; ce résultat a été obtenu :

1° Par l'emploi de circuits en fils nus, sur lesquels les lampes sont brochées au moyen de supports mobiles de prise de courant, auxquels elles sont reliées par des cordons souples d'une longueur convenable ;

2° Par l'équilibrage des circuits au moyen de leur disposition en gril, qui rend constante la perte de charge en tous les points, quelle que soit la répartition des lampes.

Tel est, du moins, le système appliqué dans les caves et dans quelques parties des celliers placés au-dessus du sol. Quant aux autres locaux, bureaux, ateliers, magasins, cours, la disposition ne diffère en rien de celle employée pour un établissement industriel quelconque.

Si l'éclairage électrique peut ainsi recevoir son application dans cette industrie, le transport électrique de la force n'est pas appelé à un moindre rôle. En effet, les manutentions que nous avons décrites exigent de nombreux transports verticaux au moyen de monte-charges, l'emploi d'eau en grande quantité, qu'il faut remonter avec des pompes, quelquefois même non seulement pour les besoins de l'établissement, mais encore pour assécher les caves menacées d'inondation ; enfin, la mise en marche de machines à rincer les bouteilles, de foudres rotatifs pour préparer la liqueur, sans compter les machines nouvelles que l'on tend à introduire pour remplacer certaines mains-d'œuvre délicates, l'électrisage et le *dégorgage*, par exemple. Ces divers appareils devant être répartis en tous les points de surfaces souvent très considérables, il était rarement possible de les actionner mécaniquement, et toujours une partie au moins des appareils étaient mus à bras d'hommes, non sans des dépenses importantes.

L'emploi de la transmission électrique, en permettant d'actionner tous ces outils à partir du même poste central qui distribue la lumière, constitue donc une sérieuse économie.

Description de l'éclairage des établissements Chandon et C^{ie}. — Après avoir indiqué sommairement la nature du problème qui se posait dans l'industrie des vins de Champagne et la solution qui lui a été donnée, nous passons à la description des établissements de MM. Chandon et C^{ie},

successeurs de Moët et Chandon, et de l'application qu'on y a faite des procédés que nous venons d'indiquer.

Fondée il y a plus d'un siècle, cette importante maison possède près de 15 kilomètres de galeries de caves, réparties en deux étages, sous quatre îlots d'immeubles, couverts par les celliers, les bureaux et les hôtels particuliers des associés. La planche XXXVI représente, dans sa figure 1, le plan des constructions au-dessus du sol; la figure 2 est le plan du 1^{er} étage de caves, où se trouvent en particulier les chantiers d'expédition; la figure 3 est le plan du 2^e étage de caves. La légende qui accompagne cette planche nous dispense d'entrer dans une plus longue description des divers locaux.

Toutes les caves du premier comme du second étage sont éclairées pendant toute la journée au moyen de lampes mobiles, généralement de 16 bougies, qu'on broche, suivant les besoins du travail, sur les fils nus suspendus à la voûte de chaque caveau. Seuls les grands passages servant à la circulation générale sont éclairés au moyen de lampes fixes, de 16 ou de 32 bougies, disposées dans des réflecteurs de formes appropriées.

Les celliers placés au rez-de-chaussée sont également parcourus par des fils nus pouvant recevoir des lampes mobiles; mais quelques-uns d'entre eux, l'emballage, le cellier des pressoirs, la salle des

Les machines à vapeur, ainsi d'ailleurs que les dynamos, sont assises sur des massifs de maçonnerie asphaltique, pour éviter la transmission dans les voûtes de caves, de vibrations qui seraient très nuisibles au travail du vin. Ces massifs ont été faits, d'après le système de M. Léon Malo, par la Compagnie générale des Asphaltes de France.

Les générateurs, au nombre de trois, sont du système Babcock et Wilcox. Chacun d'eux peut fournir 1400 kilogr. de vapeur; en marche normale, deux générateurs suffisent pour alimenter les trois machines à vapeur. Les générateurs sont munis de grilles immergées système Robin, alimentées d'air par un ventilateur Ser mû par un petit moteur spécial. Grâce à l'emploi de ces grilles, le combustible utilisé est un mélange de fines de houille grasse et de poussier de coke, qui donne un chauffage très économique.

L'alimentation est faite au moyen d'une pompe Worthington; il existe en outre deux Giffard comme appareils de secours. En raison de la nature calcaire des eaux d'Epernay, il est nécessaire de les épurer avant de les introduire dans le générateur. A cet effet, il a été installé un épurateur vertical, système P. Gaillet, avec préparateur automatique du réactif.

La place d'une quatrième chaudière a été réservée. Une soute à

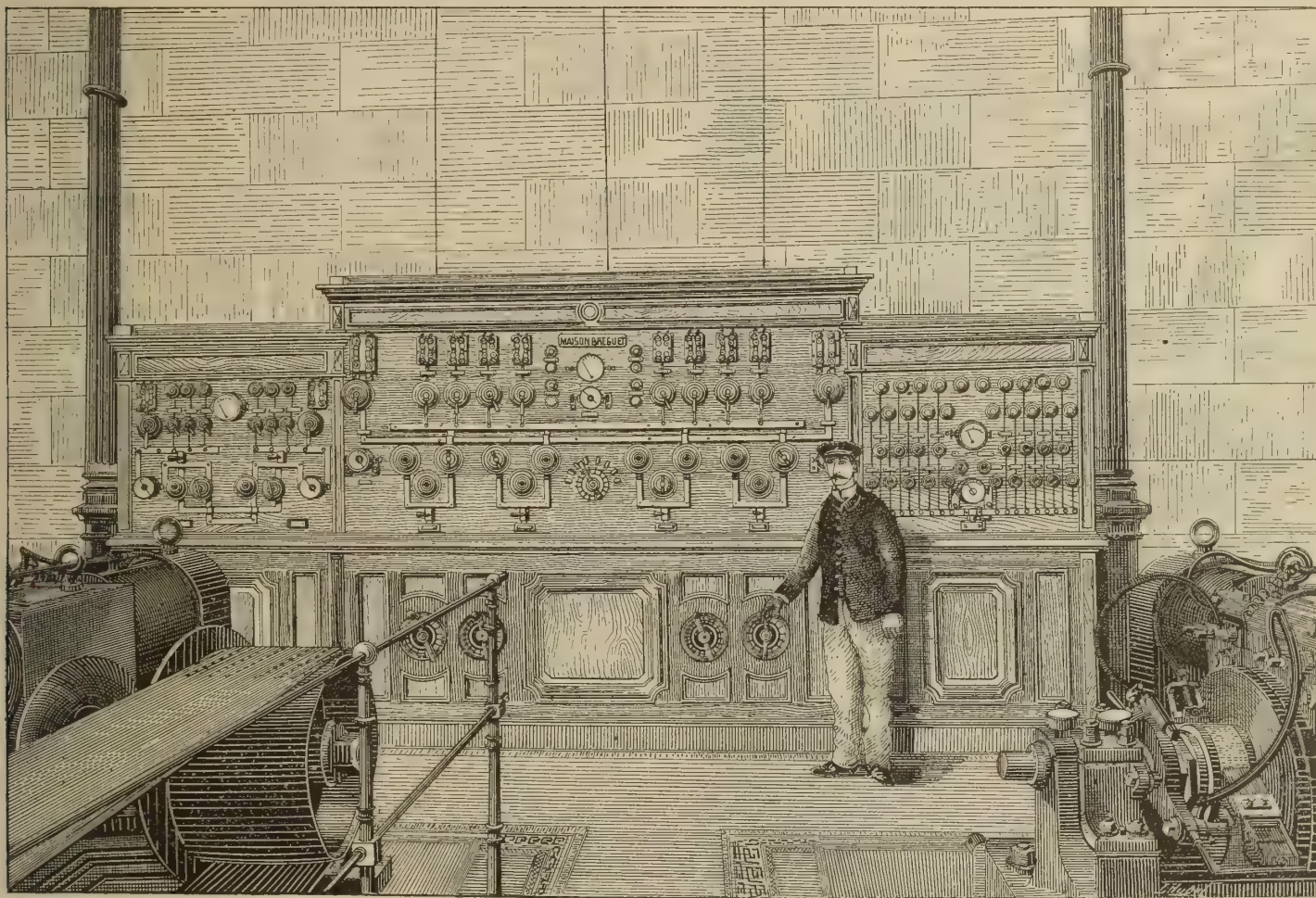


FIG. 2. — Tableau de distribution de la salle des machines.

machines, ainsi que les cours, reçoivent des lampes à arc d'une puissance d'environ 70 carcels.

Les bureaux, les ateliers d'entretien et les écuries sont éclairés par des lampes de 32 et de 16 bougies, placées sur l'appareillage jadis employé pour le gaz.

Enfin les hôtels habités par les associés ont déjà reçu en partie l'éclairage électrique, et ces installations doivent être complétées.

Force motrice. — La force motrice se compose actuellement de trois machines à vapeur, du type courant de la maison Breguet. Chacune d'elles actionne deux dynamos, l'une servant à alimenter l'éclairage par incandescence, l'autre servant soit à l'éclairage à arc, soit au transport de la force.

Les machines à vapeur sont à deux cylindres, du type pilon, marchant à une vitesse de 350 tours par minute, et pouvant développer, avec une pression initiale de 6 kilogr., un travail maximum de 60 chevaux chacune. Elles sont à échappement libre, mais tous les échappements se réunissent dans un collecteur unique, qui, avant de s'élever au-dessus de la toiture, traverse un réchauffeur d'alimentation. Le régulateur est dans le volant. Le graissage des articulations s'effectue par un jeu de compte-gouttes alimenté par un réservoir à niveau constant; le graissage des cylindres et des tiroirs est fait par un graisseur Hamelle à double prise.

charbon couverte, pour éviter les projections de poussière, achève de remplir la salle.

Pour compléter la description de l'installation mécanique, disons qu'un pont roulant, disposé dans la salle des machines, permet de faire avec facilité toutes les manœuvres de force que pourrait exiger la visite d'une des machines à vapeur ou le démontage de l'induit d'une des dynamos.

Dynamos. — Les dynamos, ainsi que nous l'avons dit plus haut, sont au nombre de six :

Trois dynamos de 250 ampères, 100 à 115 volts, sont destinées à alimenter l'éclairage par incandescence. Elles sont montées en shunt. leur tension de régime devant être variable pour la raison suivante : dans les parties de l'établissement groupées autour de la station centrale, la perte de charge a été limitée à 2 volts; mais, dans les parties très éloignées, comme l'établissement de tirage et les hôtels privés, une telle réduction de la perte de charge ne pouvait être obtenue que par l'emploi de conducteurs beaucoup trop coûteux. Aussi a-t-on admis, lorsque le service atteint son maximum, une perte de charge de 12 volts dans ces circuits, qui sont alors desservis par l'une ou l'autre des dynamos, dont la tension a été réglée en conséquence au moyen de son rhéostat.

Le tableau de distribution (fig. 2) est disposé de façon qu'une quel-

conque des dynamos puisse desservir l'un quelconque des circuits; des commutateurs à blocage empêchent d'ailleurs toute fausse manœuvre, telle que la mise en série de deux dynamos réglées à un voltage différent.

Ces dynamos sont du type Breguet, à induit Pacinotti-Gramme, l'axe de l'anneau étant perpendiculaire au plan passant par les axes des électros.

Trois autres dynamos compound, du type Manchester, servent à alimenter, deux les transmissions de force, la troisième, l'éclairage à arc. Les deux premières sont des dynamos de 55 ampères 250 volts, la troisième, de 200 ampères 70 volts. Les deux premières sont reliées à un tableau d'incandescence, d'où partent les circuits allant aux divers outils. La troisième correspond à un panneau symétrique de celui-ci, placé à droite du tableau d'incandescence, et comprenant les départs de 20 circuits d'arc, dont 8 seulement sont utilisés pour des foyers à poste fixe, et dont les autres permettent l'établissement, au moyen de câbles volants, de foyers à arc partout où on peut en avoir besoin d'une façon momentanée.

Chacun des tableaux comporte un voltmètre et des ampèremètres, permettant de contrôler, à chaque instant, le fonctionnement de toutes les parties de l'installation.

Les réceptrices de la transmission de force sont du type Raffard, à

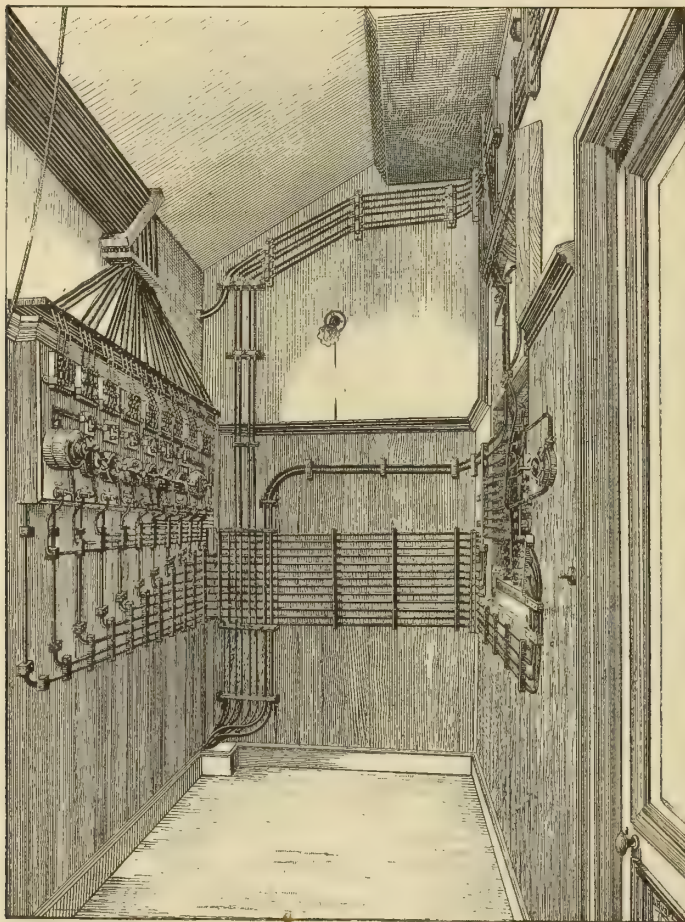


FIG. 3. — Tableau des connexions des accumulateurs.

induit Pacinotti-Gramme; ce modèle, spécial à la maison Breguet, est caractérisé par des électro-aimants plats et des bâtis en deux pièces, pour faciliter le démontage de l'induit. Chacune d'elles attaque, par courroie, un rhéostat, commandant à son tour l'outil à mettre en mouvement. Un rhéostat, intercalé dans le circuit des inducteurs, permet d'en régler la vitesse.

À l'établissement de tirage, quatre dynamos, commandant, l'une, le monte-charge principal, les autres, des pompes, des machines à rincer et des foudres à fondre le candi, sont groupées dans un beffroi portant tous les renvois; le rhéostat de celle qui conduit le monte-charge est commandé par un régulateur à boules.

Accumulateurs. — L'éclairage des bureaux et surtout celui des hôtels privés, pouvant se continuer avec un nombre restreint de lampes au delà des heures de travail, l'installation d'une batterie d'accumulateurs s'imposait. Cette batterie fut d'abord considérée comme un simple appareil de secours, et composée seulement de 57 accumulateurs de 20 kilogr. Puis il a été reconnu que, pour le service des hôtels, il était nécessaire de disposer d'une réserve beaucoup plus importante, pour ne pas être obligé de faire marcher les machines au delà des heures de travail de l'établissement industriel, et il a été

ajouté deux batteries composées d'accumulateurs de 20 kilogr., accouplées en quantité avec la première, et deux autres batteries composées chacune de 57 accumulateurs de 60 kilogr. Ces accumulateurs sont chargés dans la journée au moyen d'une des dynamos, marchant sous un régime de 130 volts, pour être déchargés le soir sous les régimes de 102 ou 112 volts, suivant les circuits à alimenter. Un tableau d'interrupteurs (fig. 3), dans le détail des connexions duquel il nous paraît superflu d'entrer, permet toutes les manœuvres nécessaires à la mise en charge et en décharge de ces différentes batteries, et à leur rattachement aux groupes de circuits à 102 et à 112 volts, ainsi que la permutation entre les premiers et les derniers éléments de chaque batterie, pour en assurer l'usure régulière. Ce tableau est placé dans un local spécial, à côté de la salle des accumulateurs, et ne peut être manœuvré que par le surveillant préposé à l'installation électrique.

Un autre tableau de distribution, placé dans une salle accessible au personnel de l'établissement, permet d'ouvrir ou de fermer les différents circuits, ainsi que de mettre en jeu graduellement un nombre variable d'éléments (de 50 à 57), au fur et à mesure de l'abaissement produit par la décharge dans la force électromotrice.

Les accumulateurs eux-mêmes sont disposés dans une salle spéciale au premier étage, tout près de la salle des machines; cette salle, éclairée par le haut, est pourvue d'une large ventilation. Les éléments sont disposés sur des casiers à deux étages, dont les tablettes, en faïence vernissée, sont supportées par des bâtis en cornière.

Circuits. — Les circuits, à leur départ des tableaux de distribution, sont composés de câble isolé et ne présentent rien de particulier. En caves, le procédé à la fois le plus économique et le plus rationnel a consisté à employer des fils de cuivre siliceux, portés par des cloches ou plus souvent par des poulies en porcelaine, fixées elles-mêmes sur des étriers en fer. Les circuits principaux, composés d'un nombre de fils de $50/10$, variable suivant le débit de ces circuits et la perte de charge admise, amènent le courant aux circuits de caveaux, composés chacun de deux fils de $40/10$, portés par des supports qui les maintiennent à un écartement constant de 0^m 25. Dans les divers quartiers de caves, tous les fils positifs et tous les fils négatifs de ces circuits sont reliés de façon à former une sorte de gril. Il en résulte que tout le cuivre d'un groupe travaille à l'alimentation d'un point quelconque de l'ensemble, ce qui permet de transporter et de grouper les lampes partout où le travail l'exige, avec une perte de charge aussi réduite que possible pour une dépense de cuivre donnée.

Les deux circuits à 112 volts qui alimentent l'établissement de tirage et les hôtels, peuvent être reliés entre eux par des feeders, de façon à égaliser la perte de charge, quel que soit le débit de chacun d'eux, lorsqu'ils sont alimentés par la même dynamo, et aussi à faire servir le cuivre de l'établissement de tirage à l'alimentation des hôtels, lorsque ceux-ci fonctionnent sur les accumulateurs, après que les machines de la station centrale sont arrêtées et que le travail a cessé dans les caves.

Les figures 9 à 13 (pl. XXXVI) donnent, sans qu'il soit besoin d'une description spéciale, l'image des dispositions adoptées dans les différents caveaux pour permettre le passage simultané des divers circuits : circuits principaux d'éclairage, circuits secondaires, et distribution de force motrice.

Nous n'insisterons pas sur les détails de l'installation électrique, qui, à part les points que nous venons de signaler spécialement, ne diffère pas sensiblement de celles que le *Génie Civil* a déjà décrites. Il nous a paru intéressant de mettre sous les yeux des lecteurs cette application de l'électricité à une industrie peu connue, à laquelle son emploi s'adapte d'une façon particulièrement avantageuse. Ajoutons que, sans qu'il nous soit possible, en raison de la grande variabilité dans le service de l'éclairage, d'établir un compte de revient exact, la dépense, calculée sur la première année de marche, et comparée à celle qui résultait de l'emploi des anciens procédés d'éclairage et de production de travail, n'est pas hors de proportion avec les avantages accessoires de propreté, d'abaissement de la température des caves, de facilité dans la surveillance, et de temps gagné dans les manutentions, qui sont la conséquence de la nouvelle organisation.

La plupart des grands établissements de la Champagne font en ce moment des installations analogues, et bientôt, toute cette grande et intéressante branche de notre production nationale aura subi, de ce chef, une transformation radicale, dont la conséquence la plus importante est l'application du travail mécanique à une industrie dont la disposition de ses locaux et la nature même des choses semblaient l'exclure.

H. PORTEVIN,

Ancien élève de l'École Polytechnique.

MINES

OURO PRETO ET LES MINES D'OR (BRÉSIL)

(Suite¹.)

CHAPITRE IV. — IMPÔT SUR L'OR ET MAISONS DE FONTE.

§ 8. *Impôt sur l'or.* — Dès que la nouvelle de la découverte de l'or au Brésil se répandit dans la métropole, et qu'on apprit l'affluence des aventuriers qui s'établissaient sur le nouveau territoire, le gouvernement s'occupa immédiatement d'introduire une réglementation des mines et surtout de garantir la part qui devait revenir à la couronne. On exhiba une loi qui existait déjà depuis un certain temps au Portugal, attribuant au roi la cinquième partie de tous les métaux extraits, sous le nom d'impôt du quint (*quinto*), et on l'appliqua au Brésil.

Alvara du 17 décembre 1557. De ceux qui découvriront des veines métalliques et de la récompense qu'ils recevront.

4. Et de tous les métaux extraits, une fois fondus et affinés, on paiera le quint à S. A. en sus de tous frais. (2)

Des providores, sortes de percepteurs, furent envoyés, vers 1700, pour percevoir l'impôt, et, afin d'en faciliter le recouvrement, le gouverneur Arthur de Sa Menezes fit défense, par Bando du 18 avril 1701, à toute personne d'exporter de l'or sans un permis de circulation prouvant qu'elle avait acquitté l'impôt, et à cet effet, il fit établir des registres sur les routes de Rio-de-Janeiro, San-Paulo, Bahia et Pernambuco.

Ce mode de perception se continua jusqu'en 1713, lors de l'arrivée aux mines du gouverneur D. Draz Balthazar da Silveira, qui convoqua les fonctionnaires et le peuple en assemblée à Villa-Rica, pour traiter de la perception de l'impôt et des moyens de réduire la fraude. Il rencontra une vive opposition de la part des mineurs lorsqu'il présenta le projet du roi de faire construire des maisons de fonte, et pour éviter tout désordre, il finit par accéder à une proposition de l'assemblée, par laquelle le peuple s'engageait à verser annuellement à la couronne une contribution (*finta*) de 30 arrobas (450 kilogr.) d'or, sous la condition que les registres seraient abolis et que chacun pourrait exporter son or librement. En 1715, arriva une réponse du roi désapprouvant le système et ordonnant l'application du quint par batée; force fut au gouverneur de réunir à nouveau l'assemblée, et l'on fixa à 10 oitavas (35,86 grammes) l'impôt par batée admise à travailler. Cette résolution resta sans effet, car les mineurs protestèrent, et en octobre 1715, le roi approuva le contrat des 30 arrobas (3).

Cette convention fut renouvelée ainsi tous les ans jusqu'en 1718, époque à laquelle elle fut abaissée à 25 arrobas (375 kilogr.), mais avec retour au roi des impôts d'importation. Comme cette contribution était répartie d'une manière très inégale entre les habitants des mines, le roi D. João V décréta, par une loi du 11 février 1719, que ce système d'impôt serait supprimé et remplacé par le quint, que l'on construirait à cet effet, aux frais de la couronne, des maisons de fonte où tout l'or serait fondu en barres et qu'il serait défendu d'exporter l'or en poudre.

Afin d'exécuter cet ordre, le gouverneur convoqua les providores, le 16 juillet 1719, et les consulta sur les endroits où il conviendrait d'établir des maisons de fonte; d'un commun accord, ils désignèrent Villa-Rica, Sabara, San-João del Rey et Villa-do-Principe, et il fut décidé que le peuple continuerait à payer la contribution annuelle jusqu'au moment où les maisons de fonte seraient prêtes à fonctionner. Lorsque les mineurs eurent connaissance de cette décision, une révolte s'ensuivit, et le gouverneur, débordé, dut surseoir à l'édification des maisons et se retirer à Villa-do-Carmo. En présence de ces troubles continuels, D. João V nomma un nouveau gouverneur, D. Lourenço de Almeida, qui arriva aux mines en 1721, et, par sa prudence, parvint à rétablir l'ordre. Une fois les esprits calmés, le gouverneur convoqua une assemblée à Villa-Rica, le 25 octobre 1722, pour délibérer sur les ordres réitérés du roi relatifs à la construction des maisons de fonte.

Pour retarder l'exécution de cet ordre, le peuple, qui jusqu'à ce jour payait la contribution annuelle de 25 arrobas, offrit de l'augmenter de 12 arrobas, et s'obligea, par décision de l'assemblée, à payer dorénavant une contribution de 37 arrobas (555 kilogr.). Le gouverneur, redoutant une nouvelle effervescence des esprits, accéda à cette proposition; mais une fois qu'il eut acquis une autorité suffisante sur le peuple, il convoqua à nouveau l'assemblée, au 15 janvier 1724, et finit par obtenir qu'elle décidât à l'unanimité la construction des maisons de fonte; elle décréta en même temps qu'elles commenceraient à fonctionner au 1^{er} février 1725, époque à laquelle le système de contribution prendrait fin.

A dater de ce jour, tout l'or en poudre dut être porté aux maisons de fonte : on y prélevait la cinquième partie de la quantité apportée par chacun, le reste était fondu et remis à son propriétaire avec un permis de circulation (*guia*) prouvant que le quint avait été acquitté. Cet impôt, très lourd pour les mineurs, détermina un accroissement de la fraude; pour y remédier, il fut réduit, par décision de l'assemblée, de 20 % à 12 %, en 1730. A la fin de 1732, vint un ordre du roi pour transformer le quint en impôt de capitation (*capitação*). Ce système devait convenir encore moins au mineur, qui se trouvait ainsi obligé d'acquitter le même impôt, qu'il retirât beaucoup ou peu d'or de sa mine. Aussi le peuple, réuni en assemblée, le 24 mars 1734, s'offrit-il à assurer au roi une contribution annuelle de 100 arrobas (1500 kilogr.), s'engageant à compléter cette somme au cas où les rentrées du quint dans les maisons de fonte ne l'atteindraient pas.

Cette proposition ne fut pas acceptée, et, par résolution de l'Assemblée, convoquée le 30 juin 1735, à Villa-Rica, par le nouveau Gouverneur, Gomês Freire de Andrade, l'impôt de capitation fut établi, malgré de nombreuses oppositions. On fixa à 4,75 oitavas (17 grammes) la valeur de l'impôt annuel à payer pour chaque nègre employé aux mines; ceux au-dessous de 14 ans nés aux mines furent seuls exemptés (1).

Bien que l'expérience ne tarda pas à prouver que ce système d'impôt était excessivement défectueux et achevait souvent la ruine du mineur malheureux dans ses travaux, il n'en fut pas moins maintenu jusqu'au 1^{er} août 1751, époque à laquelle fut appliqué le système proposé précédemment par le peuple, lors de l'Assemblée du 24 mars 1734, et que le roi avait fini par accepter, sur les supplications répétées des habitants des mines, par la loi du 3 décembre 1750, annulant l'impôt de capitation et rétablissant celui du quint. Il y était stipulé que l'or serait fondu en barres dans les maisons de fonte, après en avoir déduit le quint, et que le peuple assurerait à la couronne une contribution annuelle de 100 arrobas d'or; si la rentrée des quints présentait un déficit sur cette somme, le complément serait obtenu par voie de contributions entre les habitants; s'il y avait, au contraire, excédent, le surplus serait mis en réserve jusqu'à la fin de l'année suivante, pour servir à compléter les quints, si ceux-ci se trouvaient diminués, ou, au cas contraire, serait définitivement acquis à la couronne.

Dès lors il ne fut plus fait de modification au mode de percevoir l'impôt, qui resta le même, jusqu'au jour où le Brésil secoua le joug de la métropole. Seulement la contribution de 100 arrobas qui, pendant les premières années, se trouva couverte par un excédent des quints, commença à être difficilement complétée, lorsque ceux-ci diminuèrent par suite de la décadence des mines, et il arriva un moment où la rentrée des quints dans les maisons de fonte devint si faible, que les habitants eurent à supporter, pour fournir le complément, des charges telles que le paiement de la contribution souffrit de nombreux retards, et bientôt ils se trouvèrent dans l'impossibilité de satisfaire à leurs engagements. La rentrée des quints dans les maisons de fonte, qui s'élevait à plus de 116 arrobas en 1759, se maintint aux environs de 100 arrobas jusqu'en 1766, pour décliner à partir de cette époque; elle n'était plus que de 70 arrobas en 1777, de 30 en 1808, pour tomber à 7 et à 2 arrobas en 1819 et 1820.

Devant le triste sort de la population des mines, il semble que le Gouvernement royal ait cherché un moment, au commencement du siècle, à y porter un adoucissement : le Prince Régent, par une Alvara du 13 mai 1803, traitant de l'administration des mines d'or et de diamants du Brésil, déclare qu'étant venu à sa connaissance que les mineurs se trouvent dans l'impossibilité d'acquitter le droit royal du quint, et désirant favoriser les travaux d'exploitation de l'or et pousser à l'extraction de ce précieux métal, l'impôt du quint sera dorénavant réduit de moitié, à l'état de demi-quint ou dime, et qu'il sera payé en sus deux centièmes pour les frais de fonte, ce qui portait l'impôt de 20 % à 12 %. Quant à la contribution fixée, il n'en est fait aucune mention : déjà, depuis un certain temps, son recouvrement avait dû être abandonné.

Malheureusement cette loi ne fut jamais exécutée, et le quint subsista dans le même état. Von Eschwege, en effet, dit que, lors de sa venue aux mines, en 1811, il fit tous les efforts possibles auprès du Gouvernement pour faire abaisser l'impôt à la dime, mais sans y réussir, parce que le mauvais état des finances ne permettait pas de perdre la moitié du quint, qui allait sans cesse en diminuant. C'est à grand-peine qu'il put obtenir que, dans les statuts des Sociétés d'exploitation des mines d'or, fixés par Carta Regia du 12 août 1817, l'on introduisit un paragraphe réduisant le quint à la dime au bout de deux ans, à compter du commencement des travaux, s'il était prouvé que ces travaux étaient exécutés au moyen de machines perfectionnées donnant de meilleurs résultats, et que chaque année la quantité d'or produite n'était pas inférieure à celles des deux premières années (2).

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XVI, n° 43, p. 285, n° 44, p. 303; n° 45, p. 325; n° 46, p. 338; n° 47, p. 355; n° 48, p. 374, et n° 49, p. 389.

(2) *Repertorio juridico de mineiro*, por Francisco Ignacio FERREIRA. Rio-de-Janeiro. 1884.

(3) Von ESCHWEGE. *Pluto Brasiliensis*. Erste Abtheilung. II Kapitel. Geschichte der Goldentdeckung, der Goldwäscherei und Gräberei in der Provinz Minas Geraes.

(1) Vicomte de PORTO SEGUR. *Historia geral do Brazil*.

(2) Von ESCHWEGE. *Pluto Brasiliensis*. Zweite Abtheilung. II Kapitel. Von dem Quinto d'Ouro (Goldfünftel) und verschiedenen Arten dessen Entrichtung.

La valeur de l'impôt peut servir, jusqu'à un certain point, de base pour déterminer le degré de prospérité des mines d'or et l'importance de leur production depuis le jour de la découverte. Von Eschwege est arrivé à évaluer approximativement la quantité d'or payée au roi comme impôt à Minas, depuis l'année 1700 jusqu'en 1820. En voici le résumé, d'après le tableau qu'il donne dans son livre ⁽¹⁾ :

Quantité d'or versée comme impôt, à Minas Geraes, de 1700 à 1820.

De 1700 à 1713. Impôt du quint.	13 arrobas 53 mares.
1714 à 1725. Impôt de contribution.	312 — 32 —
1725 à 1735. Maisons de fonte.	500 — —
1735 à 1751. Impôt de capitation.	2.049 — 58 —
1751 à 1820. Maisons de fonte.	4.255 — 18 —

TOTAL 7.131 arrobas 33 mares.

D'après ces données, on voit que l'importance de l'impôt a été en croissant sensiblement depuis les premières années jusqu'en 1735; pendant la période de 1735 à 1751, elle a été en moyenne de 128 arrobas par an, puis de 1751 jusqu'en 1766, elle s'est maintenue presque constamment au-dessus de 100 arrobas, pour décliner ensuite graduellement et se réduire à deux arrobas en 1820. Ce serait donc pendant la période qui s'étend de 1735 à 1766, c'est-à-dire vers le milieu du siècle, que l'industrie des mines d'or aurait joui de la plus grande prospérité, et la décadence aurait commencé vers la fin du siècle, lorsque les mineurs, abreuvés de vexations et rebutés par les difficultés d'exploitation, se seraient trouvés peu à peu réduits à abandonner leurs mines.

Pour se faire une idée, au moins approximative, de l'importance de la production, on peut se baser sur le total des impôts. Comme une arroba contient 64 mares, ce total serait de 7 131,5 arrobas, soit $7\,131,5 \times 45 = 106\,972$ kilogrammes, ou près de 107 tonnes d'or.

Admettant que l'impôt fût exactement la cinquième partie de l'or extrait, la production aurait donc été, pendant cette période de 120 ans, de 535 tonnes d'or.

Ce chiffre doit être considéré comme un minimum, car il faudrait y joindre la quantité d'or confisquée et celle exportée par contrebande; elles devaient être assez importantes, à en juger par la quantité d'or en poudre confisquée pendant la seule période de 1700 à 1713, qui a été de 11,5 arrobas, presque égale à la valeur du quint pendant cette même période, et par les dispositions que l'on prenait constamment pour poursuivre les contrebandiers. En outre, si les mineurs s'opposèrent pendant longtemps à l'édification des maisons de fonte, où l'on devait prélever le quint, préférant payer annuellement une contribution fixe, c'est qu'ils devaient y trouver leur avantage, et que cette contribution ne représentait pas le cinquième de la production.

Ainsi donc, on peut admettre que la production a été pour le moins de 535 tonnes, ce qui représenterait un volume de près de 28 mètres cubes et une valeur de 1 603 millions de francs.

Cela donne par an en moyenne 4 450 kilogr. d'or, dont le volume serait le cinquième d'un mètre cube et la valeur un peu moins de 13,5 millions de francs.

§ 9. — Maisons de fonte et de change. — Nous savons que l'établissement des maisons de fonte à Minas fut décrété par le roi D. João V (loi du 11 février 1710), mais qu'on ne commença à les édifier qu'en 1724, au nombre de quatre, à Villa-Rica, Sabara, S. João del Rey et Villa do Principe, et qu'elles ne fonctionnèrent qu'à partir du 1^{er} février 1725.

Chacune d'elles se composait de bureaux, où l'or en poudre était reçu et gardé, d'une salle pour la fonte des barres et d'un laboratoire pour les essais. Celle de Villa-Rica était située dans les souterrains du palais du Gouverneur, les autres dans la maison de l'inspecteur.

Dans la salle de fonte, il y avait trois feux de forge à soufflet double mû par des nègres, un four à moufle en fer pour les essais et quelques caisses pour l'amalgamation.

L'installation de ces maisons était fort simple; par contre, il y avait un personnel très nombreux. En voici la nomenclature avec les appointements respectifs de chaque employé ⁽²⁾ :

Tableau du personnel des maisons de fonte.

Nomenclature des employés	Appointements	
	pour 1 maison	pour les 4 maisons
Juge du district comme inspecteur de la maison.	400 #000 réis	1:600 #000 réis
1 caissier.	800 000	3:200 000
1 comptable.	800 000	3:200 000
1 contrôleur.	800 000	3:200 000
1 scribe du bureau de fonte.	700 000	2:800 000
1 essayeur.	800 000	3:200 000
1 aide-essayeur.	400 000	1:600 000
1 premier fondeur.	800 000	3:200 000
1 second fondeur.	400 000	1:600 000
1 huissier.	300 000	1:200 000
1 greffier.	300 000	1:200 000
11 personnes.	6:500 #000 réis	26:000 #000 réis

(1) VON ESCHWEGE. *Pluto Brasiliensis*. Dritte Abtheilung, IV Kapitel. Wieviel Gold Brasilien seit dem Jahr 1700 bis zum Jahr 1820 geliefert hat.

(2) VON ESCHWEGE. *Pluto Brasiliensis*. Zweite Abtheilung, IV Kapitel. Ueber die Goldschmelzhäuser in Brasilien.

En outre, la maison de Villa-Rica possédait :

1 maître de frappe.	800 #000 réis	800 #000 réis
1 surveillant.	600 000	600 000
1 troisième fondeur.	400 000	400 000
14 personnes au total.	8:300 #000 réis	27:800 #000 réis

Le personnel de chaque maison était donc de 11 personnes, sauf à Villa-Rica, où le nombre des employés était de 14, à cause de l'importance de la fonte; ce qui faisait un total de 47 personnes touchant annuellement 27:800 #000 réis. Toutes les dépenses pour la transformation de la poudre d'or en barres étaient au compte des finances royales; on payait uniquement l'impôt, qui était prélevé directement sur la quantité d'or remise à la fonte.

L'or apporté par chacun était transformé en barres séparément. Le fondeur, après avoir reçu la partie à fondre, quint déduit, choisissait un creuset de capacité convenable, dans lequel il versait la poudre d'or, et le mettait au feu muni de son couvercle, en le recouvrant de charbon de bois. Une fois le creuset à l'incandescence, il donnait le vent fortement pour fondre l'or, et, enlevant le couvercle, il versait peu à peu du sublimé corrosif, afin de produire la purification du métal. Il retirait ensuite avec une curette les quelques matières impures surnageant à la surface et arrêtait l'opération lorsque le bain apparaissait comme un miroir brillant, de couleur verte. Alors il retirait le creuset du feu et versait le liquide dans une forme; la barre, suffisamment refroidie, était plongée dans l'eau et, avec un marteau, il en courbait une extrémité pour juger de sa malléabilité: s'il ne se produisait pas de criques sur les bords, il considérait la fonte comme bonne; au cas contraire, il recommençait avec une dose plus forte de sublimé, jusqu'à ce que le métal fût parfaitement malléable. La barre ainsi obtenue avait une couleur grise due au mercure, qu'il faisait disparaître en la passant au-dessus d'un feu ardent.

Toutes ces opérations duraient à peine de 15 à 25 minutes.

Par ce procédé, il y avait une perte d'or importante, surtout quand les fondeurs menaient le travail rapidement, comme c'était souvent le cas. Aussi recueillait-on, à la fin de l'année, les dépôts des fumées dans la cheminée, ainsi que les cendres et les débris de creusets, pour les traiter à leur tour: le tout était pulvérisé dans des mortiers en fer, puis versé dans de petites caisses d'amalgamation en fer contenant un peu de mercure au fond et une quantité d'eau suffisante pour rendre la masse bien fluide; un agitateur en fer, muni de deux bras en croix et mû par une roue à manivelle, maintenait en suspension les sables qu'une circulation d'eau entraînait hors de la caisse, tandis que les parcelles d'or plus lourdes s'amalgamaient au contact du mercure en tombant dans le fond ⁽¹⁾.

Malgré cela, la perte était encore élevée: Von Eschwege l'évaluait à 2,5 % de l'or fondu.

L'or provenant des quintes était gardé dans un coffre spécial et fondu semestriellement ou annuellement.

Lorsqu'une personne apportait de l'or à fondre, on notait son nom sur un registre, on pesait la poudre en sa présence et l'on en déduisait le quint; le reste était fondu et coulé en barre, quelle que fût la quantité. La barre passait ensuite entre les mains de l'essayeur, qui en déterminait le titre et y appliquait, d'un côté, les armes royales, le numéro d'ordre, l'année, la marque de la maison de fonte, le titre et le poids de la barre, et les mots *por ensaio* ou *por toque*, suivant que

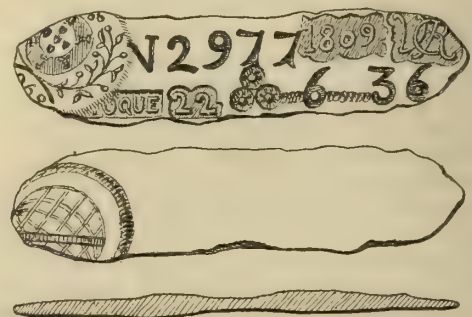


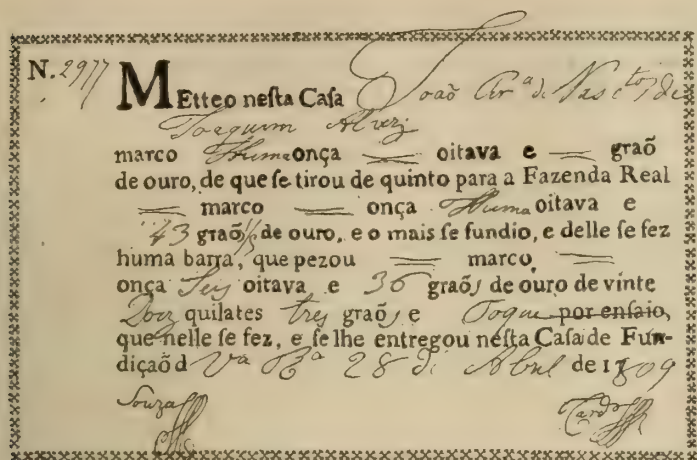
FIG. 1. — Face, revers et tranche d'une barre d'or frappée à Villa-Rica grandeur naturelle.

le titre avait été déterminé à l'essai ou à la touche; de l'autre côté, il la marquait des armes du Brésil (fig. 1).

Comme le titre de l'or des principales mines était très connu, on se contentait le plus souvent de le déterminer à la touche.

Une fois la barre marquée, elle était remise à son propriétaire avec un permis de circulation (*guia*) sur lequel étaient inscrits son nom, la quantité d'or remise par lui et celle prélevée pour le quint, le numéro de la barre et les diverses marques qu'elle portait. La figure 2 représente la *guia* de la barre d'or précédente.

1, VON ESCHWEGE. *Pluto Brasiliensis*. Zweite Abtheilung, IV Kapitel.



TRADUCTION

N° 2977

A été mis dans cette maison par João Pereira de Nascimento de Joaquim Alvez.

Marc une once = octave et = grain d'or, dont on a tiré de quint pour les Finances Royales = marc = once une octave et 43 grains $\frac{1}{3}$ d'or, et le reste a été fondu et l'on en a fait une barre, qui a pesé = marc = once six octaves et 36 grains d'or de vingt-deux carats trois grains et touche qui en a été fait, et elle lui a été remise dans cette Maison de Fonte de Villa-Rica le 28 avril 1809.

SOUZA.

CARDOSO.

FIG. 2. — Guia de la barre d'or.

Cette guia, enregistrée sur un livre spécial de la maison de fonte, devait toujours accompagner la barre; elle servait à en certifier l'authenticité.

La barre pouvait alors circuler comme monnaie courante à l'intérieur, mais lorsqu'elle était destinée à l'exportation, on devait la présenter aux registres établis sur les chemins aux limites de la capitainerie, pour y faire enregistrer la guia; c'était un moyen d'empêcher le passage en contrebande des barres qui n'avaient pas satisfait au quint et qui ne pouvaient circuler à Minas faute de guia, alors qu'on trouvait facilement à les vendre dans les ports de mer.

Comme le mineur avait à supporter une réduction importante sur la quantité d'or portée aux maisons de fonte, tant par le quint que par la perte à la fonte, la contrebande avait beau jeu. Aussi, pour y mettre un frein, outre les registres des chemins et les patrouilles qui circulaient constamment par la campagne, des peines sévères furent-elles édictées, à diverses reprises, contre les contrebandiers. Par la loi du 3 décembre 1750, il était décrété que toute personne, qui emporterait hors du district des mines, de l'or en poudre ou en barre non fondue dans une des maisons de fonte, encourrait la confiscation totale de cet or au profit des coffres du quint, à moins qu'il n'y eût dénonciation, auquel cas le dénonciateur toucherait la moitié de l'or confisqué. Par l'Alvara du 13 mai 1803, les peines contre le contrebandier étaient encore plus dures : la première fois, il perdait le double de la valeur de l'or détourné, dont un tiers revenait au dénonciateur, un autre tiers à celui qui avait fait la prise, et le reste aux coffres royaux; la seconde fois, le quadruple de la valeur, qui était réparti de la même manière, et il était expulsé de la capitainerie; s'il y rentrait sans avoir été gracié, il était déporté en Afrique.

En outre, pour circonscrire encore plus la circulation de l'or en poudre et rendre ainsi la contrebande plus difficile, il fut décrété, par Alvara du 1^{er} septembre 1808, que des maisons de change seraient établies dans les villes ou villages voisins des centres miniers, où les mineurs et les faiscadores devraient échanger leur poudre d'or ou retirer un permis pour la transporter hors des limites du district de la maison de change. Le changeur payait seulement une fraction de l'or reçu, le reste n'était réglé qu'après la fonte en barre, déduction faite de l'impôt et des pertes d'affinage. Tous les trois mois environ, des officiers royaux passaient dans les maisons de change pour recueillir l'or. Les changeurs étaient choisis parmi les négociants méritant quelque confiance; ils touchaient pour leur travail $\frac{1}{2}$ % de l'or reçu et jouissaient de quelques prérogatives. La poudre d'or présentée aux maisons de change n'était acceptée que lorsqu'elle présentait un degré suffisant de pureté, sinon elle était rendue à son propriétaire, afin qu'il en fasse la purification, à moins qu'on ne s'aperçût de quelque supercherie, et que la poudre ne fût falsifiée par addition de matières étrangères, mica ou limailles de laiton par exemple, comme cela se présentait assez souvent, auquel cas le tout était confisqué. Aussi chaque changeur devait-il être muni de quelques instruments nécessaires à un examen sommaire de l'or, lui permettant de démasquer la fraude.

L'établissement des maisons de change avait au moins cet avantage d'éviter, dans le commerce, les pertes d'or dues aux continuelles pesées de la poudre pour les paiements, sans compter la gêne pour

l'acheteur de circuler constamment une balance à la main. Par contre, il venait encore grever les finances royales d'un surcroît de dépenses par la création d'emplois nouveaux, et cela au moment où la rentrée des quintes allait constamment en diminuant. Déjà les maisons de fonte, avec leur luxe d'employés, arrivaient à peine à couvrir leurs frais et, dès 1820, leurs recettes n'étaient plus suffisantes pour payer les dépenses de personnel : nous avons vu, en effet, que les employés des quatre maisons de fonte, coûtaient annuellement au gouvernement près de 28 contos de reis; l'oitava d'or valant à cette époque 1 \$ 500 reis, cette dépense représentait un poids de 67 kilogr. d'or environ, tandis que le total des quintes s'élevait, en 1820, à 2 arrobas, ou 30 kilogr., moins de la moitié du chiffre précédent.

Si ces divers moyens de combattre la contrebande donnèrent quelques résultats problématiques, ils apportèrent beaucoup d'entraves aux transactions des mineurs, et certainement les continuelles vexations jointes aux impôts onéreux qu'ils eurent à supporter, furent une des principales causes de la décadence de l'industrie des mines.

PAUL FERRAND,

Professeur à l'École des mines d'Ouro Preto (Brésil).

(A suivre.)

MÉCANIQUE

APPAREIL ENREGISTREUR DES DÉPRESSIONS

produites par l'échappement dans la boîte à fumée des locomotives.

(Étudié et construit par la Compagnie des chemins de fer de l'Est.)

Parmi les appareils exposés en 1889 au Champ de Mars par le service du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, figurait un enregistreur des dépressions produites par l'échappement dans la boîte à fumée des locomotives. Cet instrument est destiné à remplacer, pour ces mesures, le manomètre à eau, dont les indications sont difficiles à lire en marche, et peuvent être influencées par la fréquence plus ou moins grande des coups d'échappement et par la capillarité, ce qui ne permet pas de les comparer entre elles.

En principe, l'appareil (fig. 1 à 5) comprend un manomètre métal-

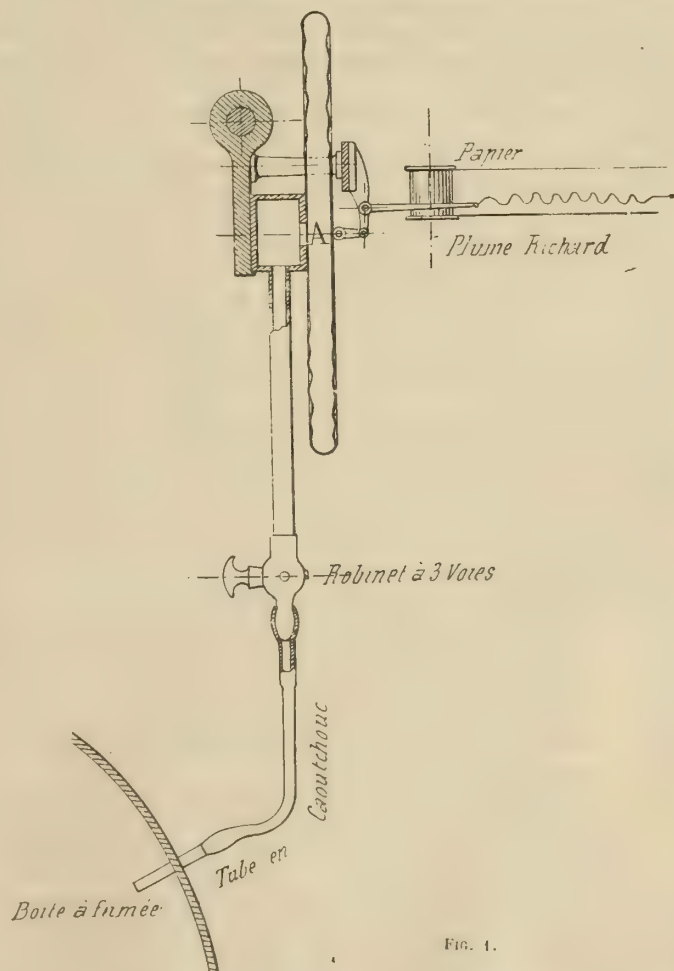


FIG. 1.

lique enregistreur à organes très légers. Une plume trace une bande de papier une courbe dont les abscisses sont proportionnelles aux temps, et les ordonnées, à la dépression qui règne dans la capacité avec laquelle le manomètre est en communication. Les temps sont inscrits automatiquement sur la bande de papier par un batteur de secondes

électrique, combiné avec un récepteur Morse, dont le mouvement d'horlogerie produit le déroulement de la bande.

Le manomètre est formé de deux membranes circulaires en laiton, soudées ensemble par leurs bords repliés, de façon à former une sorte de soufflet. Au centre de la membrane A (fig. 1) est soudé un ajutage creux C, muni d'un tube en cuivre terminé par un robinet à trois voies. Ce robinet permet de mettre le manomètre en communication, soit avec la capacité dans laquelle on veut mesurer la dépression, soit avec l'atmosphère, pour s'assurer que l'appareil revient bien au zéro. La pièce C est vissée sur un cadre, que l'on peut rendre solidaire d'un support robuste par une douille à vis. Les déformations des membranes sont transmises à une plume, système Richard, après avoir été amplifiées dans le rapport convenable au moyen d'une petite bielle et d'une équerre à bras inégaux, fabriquées en aluminium.

Le déroulement du papier devant le bec de la plume, obtenu par le mouvement d'horlogerie d'un récepteur de télégraphe Morse, correspond à un déplacement du papier de 20 à 25 millimètres par seconde, ce qui est amplement suffisant pour obtenir une courbe des variations de la dépression parfaitement nette. Le papier, enroulé sur une poulie D

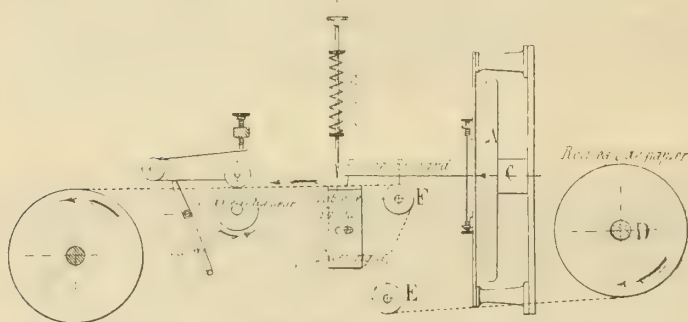


Fig. 2.

(fig. 2), passe sur deux galets de renvoi E F, puis sur une tablette placée en face de la plume, et enfin entre les cylindres entraîneurs. Une came permet de rapprocher ou d'éloigner l'un de l'autre ces cylindres, de façon à provoquer le déroulement du papier ou à l'arrêter indépendamment du mouvement d'horlogerie.

La tablette, sur laquelle s'appuie la bande de papier pour recevoir le trait de la plume, peut coulisser normalement au sens du déroulement, et on règle sa position au moyen d'un arbre à excentrique, disposition qui permet de faire varier à volonté la pression de la plume sur le papier et d'en réduire au minimum le frottement résistant.

Un pointeau placé sous la main de l'opérateur sert à marquer sur la bande de papier les repères nécessaires au dépouillement de la courbe.

La molette du récepteur Morse a été utilisée pour tracer sur la bande de papier une série de traits destinés à permettre la mesure du temps.

A cet effet, l'électro-aimant du Morse est commandé par un batteur de secondes dont le mouvement ouvre et ferme alternativement un circuit secondaire, actionnant la palette de l'appareil Morse, comme le montre la figure 3.

Il suffit d'intercaler dans ce circuit l'électro-aimant du récepteur Morse, pour que la palette S et la palette du batteur de secondes soient animées de mouvements synchrones. En conséquence, le doigt T, à des intervalles réguliers d'une seconde, appliquera la bande de papier Z sur la molette U, qui, tournant sous l'action du mouvement d'horlogerie et encrée par le tampon V, imprimera toutes les secondes un trait sur le papier.

Par suite de la disposition de l'appareil, ce repère est en avance sur le point tracé par la plume de 82 millimètres, distance qui sépare la plume du doigt T; il y a donc lieu d'en tenir compte dans le dépouillement des courbes.

Les différents organes de l'enregistreur sont réglés de façon que la ligne des secondes soit en parfaite coïncidence avec le trait tracé par la plume lorsque l'appareil est en libre communication avec l'atmosphère. La ligne des secondes sert ainsi de ligne de zéro, à partir de laquelle doivent être mesurées les ordonnées de la courbe relevée sur la locomotive en marche.

L'évaluation de ces ordonnées en hauteur d'eau s'effectue très facilement en établissant une fois pour toutes une échelle de graduation de l'appareil. On opère pour cela au repos, par comparaison avec un

manomètre à eau, au moyen de deux flacons disposés comme l'indique la figure 4. Par le déplacement du flacon A, on détermine un vide relatif ou une pression dans le flacon B, et, par suite, dans la chambre manométrique de l'enregistreur que l'on fait fonctionner. Il suffit

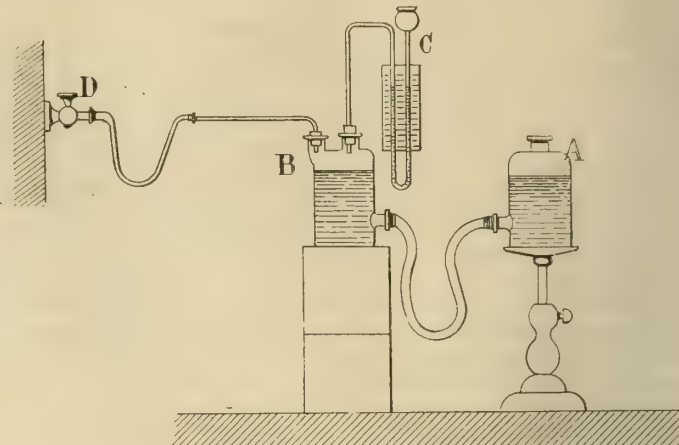


Fig. 4.

de mesurer l'ordonnée tracée par la plume; sa valeur en centimètres de hauteur d'eau est fournie par une lecture sur l'échelle graduée du manomètre C.

Pour tracer la courbe, on a choisi la plume Richard, parce qu'elle présente l'avantage d'être très légère et d'être pourvue d'un petit réservoir aux parois duquel l'encre adhère, malgré la fréquence et l'amplitude des oscillations. Néanmoins, en raison du développement de la courbe, l'encre s'use rapidement, et il a fallu prévoir une disposition spéciale pour assurer l'alimentation de la plume.

On emploie pour cela un réservoir en verre soufflé (fig. 5). La tige D, terminée par une pointe effilée, est maintenue par un support fixe à environ un centimètre au-dessus de la position moyenne de la plume. En soufflant dans le tube en caoutchouc C, l'opérateur peut faire tomber au moment voulu une goutte d'encre sur la plume.

L'ensemble des organes de l'enregistreur est monté dans l'un des deux compartiments d'une boîte vitrée. L'autre compartiment reçoit les piles nécessaires à son fonctionnement.

Pour éviter d'avoir à ouvrir l'appareil en marche, les leviers de manœuvre et les différents embrayages aboutissent à l'extérieur de cette boîte. Sur la partie supérieure de celle-ci a été disposé un tube en laiton

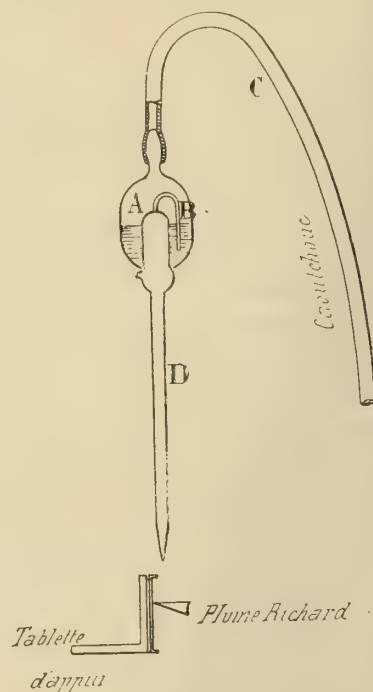


Fig. 5.

muni de quatre ajutages à robinets, que l'on peut successivement mettre en communication avec différents points de la capacité dans laquelle on veut mesurer la dépression; il est relié d'une façon permanente par un tuyau en caoutchouc au robinet à trois voies dont il a été précédemment question. On peut ainsi, par la manœuvre des robinets, obtenir des courbes successives qui mettent en relief les différences qui peuvent exister, à des intervalles extrêmement rapprochés, entre les dépressions produites dans les différents points de cette capacité.

Cet appareil enregistreur a donné pratiquement de bons résultats. Placé successivement sur différents types de locomotives, il a toujours enregistré les dépressions avec la plus grande exactitude, même aux vitesses des trains rapides. Il présente cette particularité remarquable qu'il permet, abstraction faite des dépressions, d'étudier le démarrage des locomotives et de tracer la courbe des espaces avec une rigueur absolue. Il suffit, en effet, de compter le nombre N de coups d'échappement par seconde, sur la bande de papier de l'enregistreur. D étant le diamètre des roues motrices au cercle de roulement, E l'espace parcouru par seconde, on a :

$$E = \frac{\pi DN}{4} = 0,7854. D \times N.$$

ECLAIRAGE ELECTRIQUE ET TRANSPORT DE LA FORCE MOTRICE.

dans les Caves de MM^{rs} Chandon et C^{ie}, Successeurs de Moët et Chandon à Epernay (Marne).

Legende des Fig. 1, 2, 3.

- A Etablissement au Commerce
- B d' de rincer et de tonner
- C d' de rincer et de tonner
- D d' de rincer et de tonner
- E d' de rincer et de tonner
- F d' de rincer et de tonner
- G d' de rincer et de tonner
- H d' de rincer et de tonner
- I d' de rincer et de tonner
- J d' de rincer et de tonner
- K d' de rincer et de tonner
- L d' de rincer et de tonner

Fig. 1. Rez-de-Chaussée

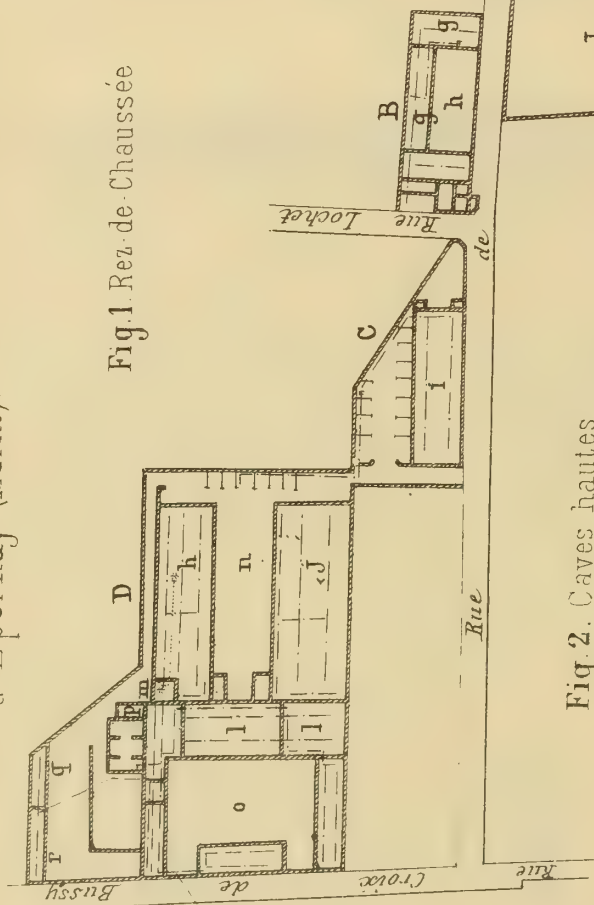


Fig. 2. Caves hautes

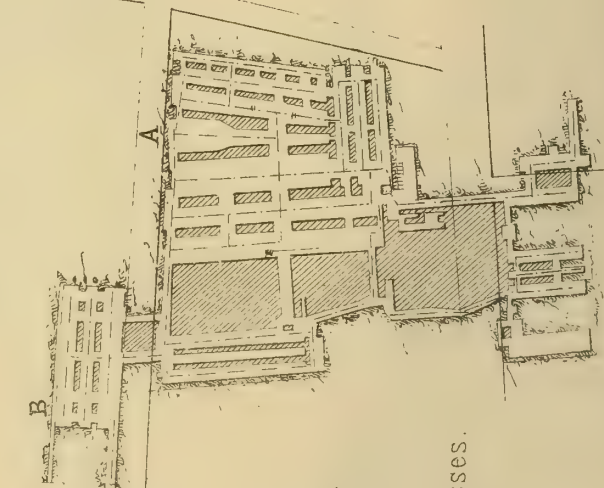


Fig. 3.

Caves basses.

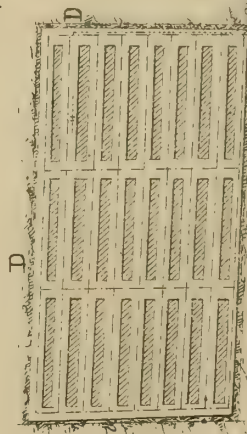


Fig. 9.



- a Celliers et cour Bergasse
- b Emplacement des machines
- c Celliers d'expédition
- d Emballage
- e Cour de l'emballage
- f d' de la musique
- g Celliers des pressions
- h Cour des Musées
- i Celliers et galetas Augrèze

- j Cellier de tirage
- k d' de rincer et de tonner
- l d' de rincer et de tonner
- m Salle des réceptions du transport de force
- n Cour du tirage
- o Cour des recoupages
- p Atelier de serrurerie
- q d' ferblanterie
- r d' charbonnage
- s d' vannerie

Legende des Fig. 1, 2, 3.

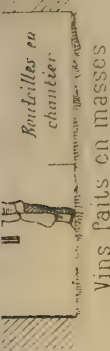


Fig. 12.

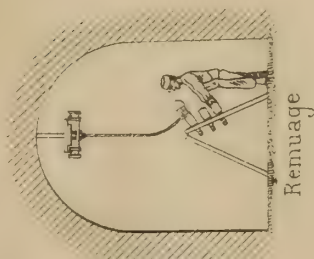


Fig. 13.

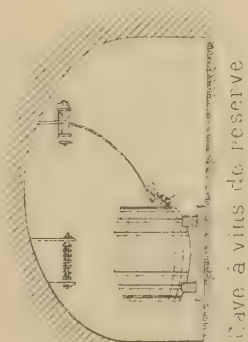
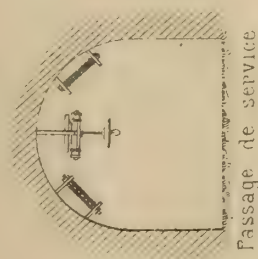


Fig. 10.



Passage de service

Légende de la Fig. 8

+	d°	colonne montante	M ^r Aubert	Moët
+	d°		M ^r Paul	Chandon de Briailles
+	d°		M ^r Inaudi	d°
+	d°		M ^r Gaston	d°
+	d°		Rue de Chaussee du Linage	
—	d°	circuit de charge des accumulateurs		
—	d°	de réunion		
—	d°	à 112 volts		
—	d°	à 102 volts		
—	d°	de secours		

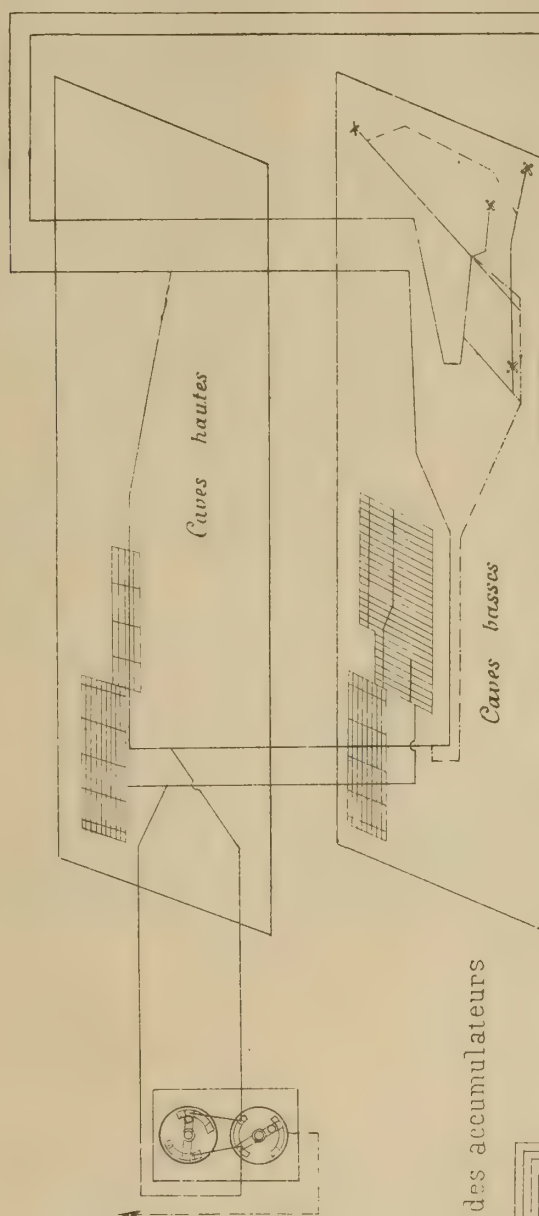
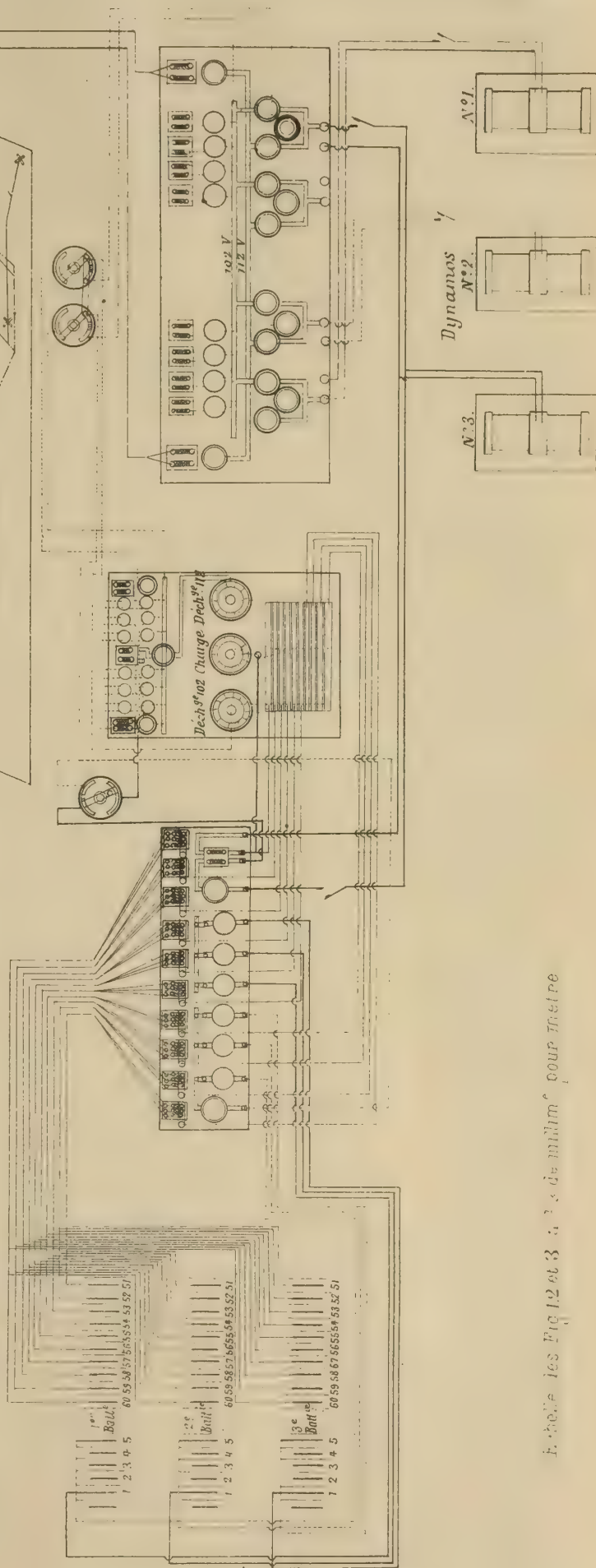


Fig. 8 Schema des connexions des accumulateurs



révèle les Fig 1.2 et 3 à 2, de millim² pour mètre

V étant la vitesse en kilomètres à l'heure, on a de même pour les vitesses successives, aux différents moments considérés :

$$V = E \times \frac{3600}{1000} = 2,82744. D \times N.$$

L'établissement préalable, pour chaque diamètre de roues motrices, d'un tableau donnant E et V correspondant à des valeurs de N comprises entre les limites extrêmes 0 et 25, permet d'étudier rapidement les circonstances des démarrages.

Les diagrammes obtenus sur diverses machines permettent de se rendre compte de l'importance des variations de la dépression dans la boîte à fumée au cours d'un même voyage. Au repos, le tirage naturel provoque une dépression à peine sensible sur la courbe ; elle atteint 5 millimètres d'eau au maximum. Dans les premiers instants du démarrage, en raison de la grande admission de vapeur et du laminage qui résulte de la faible vitesse, l'échappement se produit lentement et la courbe de dépression présente une large base. A mesure que la vitesse s'accroît, l'échappement se produit plus rapidement, la dépression augmente, mais dure moins longtemps. L'admission aux cylindres, qui au démarrage correspondait au fond de course de l'aiguille du changement de marche sur sa règle, est progressivement diminuée ; l'aiguille passe successivement du huitième cran au septième, puis au sixième (fig. 1, 2 et 3).

Les diagrammes montrent que la dépression s'établit dans la boîte à fumée très brusquement, pour diminuer ensuite presque aussi rapidement. Il faut une vitesse de rotation assez élevée pour qu'il puisse s'établir une dépression permanente un peu importante entre deux coups d'échappement consécutifs.

Les changements d'admission aux cylindres sont nettement accusés sur les diagrammes par une diminution ou une augmentation de dépression, de même pour les variations d'ouverture du régulateur.

L'ouverture de la porte du foyer joue un rôle important au point de vue de la dépression ; son influence est quelquefois suffisante pour provoquer, dans la boîte à fumée, des pressions pendant l'intervalle de deux coups d'échappement consécutifs.

L'examen des diagrammes montre que les éléments qui influent sur le tirage des locomotives peuvent être mis en relief d'une façon très nette au moyen de cet enregistreur et que son emploi permet de comparer entre eux les résultats donnés par les différentes dispositions d'échappement, et d'apprécier leur mode d'action et leur efficacité.

G.-A. RENEL,
Ingénieur civil.

HYGIÈNE

L'HYGIÈNE DE L'ADOLESCENCE (1)

L'adolescence est la seconde partie de l'enfance ; elle s'étend environ de 12 ans à 21 ans. Les adolescents sont souvent désignés sous le nom d'enfants, comme dans la loi française de 1874, qui règle les conditions de leur travail dans les manufactures, et nous emploierons souvent ce mot dans le même sens.

Il y a deux caractères principaux qui distinguent l'adolescence des autres âges de la vie et lui créent une hygiène spéciale : le squelette et le cerveau achèvent de se développer, et, après divers tâtonnements, diverses oscillations, ils se fixent dans leur forme définitive.

Le squelette est l'ensemble des os qui constituent la charpente du corps. En dehors de son importance comme document paléontologique, en dehors de son rôle artistique comme élément fondamental de la beauté plastique (et des conséquences sociales de ses déviations), le squelette a un rôle hygiénique de premier ordre. Si les pièces en sont déformées, elles agissent dans la mécanique humaine comme des leviers faussés ; et les muscles, qui trouvent là des points d'attache défectueux, fonctionnent comme des courroies déraillées. En pareil cas, le travail physique est difficile, fatigant, parfois impossible. En outre, la déformation des os qui servent d'enveloppe à la poitrine gêne les fonctions des organes qui y sont contenus, c'est-à-dire du cœur et des poumons. Or la déformation du squelette se produit le plus souvent à l'âge de l'adolescence.

A cette époque, en effet, les os n'ont pas la rigidité qu'ils auront plus tard. Dans le tout jeune âge, l'os est d'abord une substance cartilagineuse ; peu à peu, il s'incruste de sels calcaires qui lui donnent sa dureté. Mais, jusqu'à la fin de l'adolescence, il reste dans l'os une partie cartilagineuse qui diminue sa résistance. Dans les os longs, comme celui de la cuisse (*fémur*) et du bras (*humérus*), le corps de l'os (ou *diaphyse*) est séparé de chaque extrémité (ou *épiphyse*) par une ramelle cartilagineuse dont l'ossification indique la fin de l'adolescence. Avant cette soudure des épiphyses à la diaphyse, on doit éviter les efforts qui pourraient amener, comme chez les jeunes chevaux,

l'inflammation des épiphyses et même leur décollement, leur arrachement.

C'est pour cela que des règlements d'administration publique ont établi les prescriptions suivantes : 1° Les enfants de 10 à 12 ans ne peuvent être employés à porter ni à trainer des fardeaux ; 2° les enfants de 12 à 14 ans ne peuvent porter une charge dépassant 10 kilogr. ; 3° pour ceux de 14 à 16 ans, la charge ne doit pas dépasser 15 kilogr. ; 4° les enfants de 12 à 16 ans ne peuvent trainer des charges exigeant des efforts supérieurs à ceux qui correspondent aux poids indiqués ci-dessus.

Dans les guerres de l'Europe, au commencement de ce siècle, on a constaté chez toutes les nations que les soldats au-dessous de 20 ans, en campagne, étaient tous à l'hôpital, tandis que les soldats ayant passé 22 ans résistaient à toutes les fatigues. C'est d'après cette observation que l'âge de la conscription a été fixé à 21 ans.

En général, à cet âge, l'adolescence est terminée, et l'adolescent passe à l'état d'adulte ; les épiphyses sont soudées, la croissance s'arrête. Pas toujours pourtant : quelques conscrits grandissent jusqu'à 25, 26, 27 ans.

Tant que les épiphyses ne sont pas soudées, la taille s'accroît ; cependant, il y a des limites à cet accroissement. La taille moyenne de l'homme est comprise entre 1^m 20 et 2 mètres ; au-dessous, on dit que les individus sont des *nains* ; au-dessus, ce sont des *géants*. Les tailles extrêmes observées sont celle d'un nain adulte, mentionné par Buffon, et dont la stature ne dépassait pas 43 centimètres (or la taille de l'enfant nouveau-né est de 45 à 50 centimètres), et celle d'un Finlandais signalé par M. Sappey, et qui atteignait 2^m 83. Les premiers hommes n'avaient pas une taille sensiblement supérieure à la nôtre : les trois squelettes d'hommes contemporains du mammoth, découverts par M. Émile Rivière, de 1872 à 1875, dans les Grottes-Rouges, près de Menton, avaient 2^m 05, 1^m 95, 1^m 85. Quant aux géants de 6 et 8 mètres de haut, on sait aujourd'hui que c'étaient des éléphants fossiles. Les prétendus ossements de Teutobochus, roi des Cimbres et des Teutons, découverts en 1613 en Dauphiné, appartenaient au *mastodon angustidens* (mastodonte à dents étroites).

L'achèvement du squelette, qui s'accomplit à l'époque de l'adolescence, exige trois conditions hygiéniques principales : une alimentation très abondante, un air très pur, des exercices musculaires de tout le corps.

L'accroissement du squelette entraîne l'accroissement des muscles, de la peau, de toutes les parties du corps. Pour les adultes, il suffit d'une ration d'entretien ; pour les adolescents, il faut ce qu'on appelle dans l'élevage du bétail une ration d'accroissement. Au surplus, la nature indique d'elle-même ses besoins. On connaît l'appétit formidable des enfants de 15 ans : leur estomac est un véritable gouffre, et parfois ils s'arrêtent de manger parce que leurs mâchoires sont fatiguées avant que leur faim soit satisfaite.

L'air pur n'est pas moins important que les aliments pour l'entretien de la vie et la réparation des tissus. Mais ce besoin est encore plus impérieux chez l'enfant que chez l'adulte. L'enfant engloutit l'air comme les aliments, avec la même avidité. L'adulte peut vivre dans l'air confiné ; l'enfant y étouffe. L'adulte résiste aux germes aériens de la phthisie et de la fièvre typhoïde ; l'enfant y succombe. Il en est de même pour l'altération de l'air par les produits industriels. Dans la liste très longue et très détaillée des industries interdites aux enfants dans les manufactures par la loi de 1874, on voit sans cesse revenir les motifs d'interdiction suivants : *poussières nuisibles ; émanations malsaines, dangereuses ; vapeurs irritantes, corrosives ; gaz délétères*, etc. En effet, on a observé que, dans les travaux insalubres, les enfants et les adolescents sont plus rapidement et plus profondément atteints que les adultes.

Enfin, pour les exercices musculaires de tout le corps, nous n'avons encore ici qu'à consulter la nature. Le besoin de mouvement est instinctif chez les enfants ; on connaît leur vivacité naturelle, pareille à celle des jeunes animaux. Ils sont remuants, très remuants ; on le leur reproche et on a tort.

Les mouvements généraux, tels que ceux qui s'accomplissent dans les jeux au grand air, sont très utiles dans l'adolescence : ils excitent l'appétit et facilitent la digestion ; ils activent la circulation du sang et l'entrée de l'air dans les poumons ; ils favorisent enfin le développement de tout le système musculaire. Mais ils ont encore un autre effet : ils donnent au développement du squelette une direction normale, tandis que les mouvements partiels amènent forcément une déviation du squelette.

Chaque partie du corps est mise en mouvement par des muscles agissant dans des sens divers. Le bras, la jambe sont fléchis par certains muscles, et redressés par d'autres muscles qui sont leurs antagonistes ; le tronc subit en avant, en arrière, à droite, à gauche, des inflexions qui sont détruites par l'action de muscles antagonistes. Or, toutes les fois qu'un ensemble de muscles fonctionne trop longtemps ou trop exclusivement, sans que son action soit contrebalancée par celle des muscles antagonistes, il en résulte une déviation du squelette.

Ces déviations méritent surtout d'être étudiées lorsqu'elles portent sur la colonne vertébrale, parce qu'elles entraînent une déformation

(1) Conférence faite au Conservatoire des Arts et Métiers, le 49 janvier 1890, avec projections de M. Molteni.

de toute la cage thoracique et une altération dans les fonctions du cœur et des poumons.

L'attitude qui conserve le mieux à la colonne vertébrale sa forme normale, c'est celle du soldat au port d'armes. Jamais, dit Bichat, on ne pourra confondre un soldat vieilli dans les rangs avec un laboureur courbé par le travail de la terre.

Les déviations principales que subit la colonne vertébrale sont les suivantes :

1° La *cyphose*. C'est la voussure du dos, qui se produit à la longue chez les portefaix, les laboureurs, les vigneron, et, avec beaucoup plus de facilité, chez les adolescents des deux sexes occupés, soit aux travaux d'aiguille, soit à ceux du dessin, soit à ceux des études scolaires (lecture, écriture), surtout lorsque la table est trop basse ou trop éloignée du banc ;

2° La *lordose*. C'est l'enfoncement des reins creux, l'exagération de la cambrure. Elle se produit chez les marchandes qui se renversent en arrière pour faire contrepoids à un éventaire qu'elles portent devant elles. Elle se produit également chez les écoliers obligés de se renverser, parce que leur table est trop haute ou trop près du banc. La lordose est beaucoup plus fréquente chez les jeunes filles que chez les jeunes garçons, parce qu'on les oblige (pour se tenir droites) à exagérer la courbure des reins ;

3° La *scoliose*. C'est une déviation latérale de la colonne vertébrale ; de toutes les déviations, c'est la plus fréquente. Ce qu'on appelle « une épaule plus forte que l'autre », c'est une scoliose légère. Cette déviation provient, soit de l'habitude de porter toujours un fardeau de la même main, soit de l'habitude de tenir par la main un enfant en bas âge, et surtout, pour les enfants, de porter d'autres enfants sur le bras. Elle est fréquente chez les blanchisseuses et surtout chez les repasseuses, chez les femmes qui font de la tapisserie au métier, et enfin chez les écoliers obligés d'écrire sur une table trop élevée, ou de se plier à des méthodes d'écriture qui forcent la colonne vertébrale à se contourner.

Toutes ces déformations thoraciques, lorsqu'elles sont très prononcées, amènent une gêne mécanique de la respiration et de la circulation, et favorisent le développement des maladies du poumon et du cœur.

Pour empêcher ces déviations de se produire, il faut d'abord abrégier la durée du travail, soit chez les jeunes ouvriers, soit chez les écoliers.

Avant 1840, on faisait travailler dans les manufactures les enfants dès l'âge de 7 ans ; et ces enfants de 7 ans travaillaient au moins 14 heures par jour, et même 15, 16, 17 heures (usines d'Elbeuf), et jusqu'à 18 heures (dans les fabriques de châles de Lyon). La loi du 23 mars 1844 décida que les enfants ne pourraient plus être admis dans les manufactures avant 8 ans. De 8 à 12 ans, ils n'avaient que 8 heures de travail, divisées par un repos (repas et goûter). De 12 à 16 ans, le maximum de travail était de 12 heures. Le travail de nuit fut interdit avant 13 ans, et le travail du dimanche avant 16 ans.

Cette loi a été améliorée encore par celle qui l'a remplacée. La loi du 19 mai 1874 sur le travail des enfants dans les manufactures, a fixé la limite d'âge inférieure à 12 ans, et le maximum du travail à 12 heures, divisées par un repos. Exceptionnellement, dans 14 industries, on admet les enfants de 10 à 12 ans, mais avec un travail maximum de 6 heures, divisées par un repos. En outre, la loi interdit le travail de nuit et le travail du dimanche aux garçons avant 16 ans, et aux filles avant 21 ans.

Pour les élèves des écoles, la durée du travail a été également diminuée. A la suite d'une discussion commencée en 1887 à l'Académie de médecine sur le surmenage scolaire, le Conseil supérieur de l'Instruction publique a pris au mois de décembre 1889 les mesures suivantes : pour les élèves de 7 à 10 ans, le travail sédentaire, jadis de 10 heures, est réduit à 6 heures ; et pour ceux de 11 à 17 ans, le travail, jadis de 12 heures, est réduit à 8 ou 10. De plus, le sommeil a été allongé : jusqu'à 15 ans, il est de 10 heures, et, au delà, de 9 heures au moins.

Un autre moyen d'empêcher les déviations du squelette consiste à faire fonctionner les muscles antagonistes de ceux du travail réglementaire. On y arrive de la façon la plus simple par les jeux divers de l'enfance, accomplis au grand air par les écoliers et les ouvriers dans l'intervalle de leurs travaux. Pour les écoliers, le Conseil supérieur a augmenté les récréations de 2 à 3 heures par jour, savoir 6 heures et demie (au lieu de 3 heures et demie) pour les enfants de 7 à 10 ans, et 5 heures et demie ou 4 heures et demie au moins (au lieu de 2 heures et demie) pour ceux de 11 à 17 ans.

Pour redresser le squelette dévié, il y a deux moyens très efficaces : l'un, à la portée des deux sexes, la gymnastique ; l'autre, réservé aux hommes, le service militaire, qui les redresse tous d'office.

Passons maintenant au cerveau, qui peut, comme le squelette, subir dans l'adolescence une bonne ou une mauvaise direction.

Le cerveau est le siège des facultés intellectuelles, affectives et morales. Ces facultés sont absolument absentes chez l'enfant qui vient au monde ; son cerveau est une table rase, un papier blanc où n'existe aucune empreinte ; mais avec l'âge, les empreintes se succèdent et les facultés se développent peu à peu.

Ces empreintes ou impressions nous viennent du dehors par les organes des sens, surtout par la vue et par l'ouïe, et elles laissent sur le cerveau des traces matérielles absolument comparables aux clichés de la photographie. Ainsi s'accumulent les clichés cérébraux qui constituent le souvenir, les rêves, les hallucinations de la vue. Il en est de même pour les sensations auditives ; leur cliché donne naissance aux hallucinations de l'ouïe, aux souvenirs des sons, et à la faculté de les reproduire. Ici, le cerveau se comporte comme un véritable phonographe, et il ne répète que les sons marqués sur ses clichés phonographiques. On en pourrait donner plusieurs preuves, et, notamment pour la parole, citer les différences de langage chez les différents peuples, les différences d'accents chez les individus d'une même langue, et enfin l'absence de la parole chez les individus sourds de naissance, qui sont fatalement condamnés à rester muets.

On peut même, à ce propos, donner un nouvel argument de la plasticité du cerveau suivant l'âge de l'enfant. L'empreinte de la parole reste sur le cerveau, passé l'âge de 8 ans. L'enfant qui devient sourd après 8 ans, n'est pas muet : le cliché phonographique persiste. Quand la surdité survient de 4 à 8 ans, on reste ordinairement muet, par oubli du langage : le cliché phonographique s'efface. Quand la surdité se déclare avant 4 ans, l'enfant est toujours muet ; le cerveau est comme une cire trop molle sur laquelle le cliché phonographique ne s'est pas formé.

Toutes ces impressions venues du dehors donnent naissance à nos idées et ensuite à nos actions. De là, l'importance extrême des empreintes que reçoit le cerveau de l'adolescent par les yeux et par les oreilles. Il faut donc surveiller soigneusement les spectacles de tout genre, les tableaux, les images, les lectures, les paroles, les exemples qui seront offerts à son attention. On a dit l'enfant imitateur, comme le singe. Ce rapprochement pourrait se justifier par plusieurs exemples ; il nous suffira d'en citer un seul.

En 1875, à Brunoy, près de Paris, un Parisien en villégiature déjeunait avec sa petite fille, âgée de 3 ans, en compagnie d'un singe familier. Le père s'absente un instant pour aller chercher quelque objet dans la pièce voisine ; il est bientôt rappelé par des cris affreux : il aperçoit le singe qui venait de couper à la petite fille le nez et une oreille. Il commence par tuer le singe d'un coup de revolver ; puis, tout en donnant des soins à l'enfant, il cherche quel a pu être le mobile de ce drame. Il se souvient alors qu'il avait acheté la veille, à Paris, une gravure représentant un supplice chinois, qui consiste à couper au patient le nez et les oreilles. Le singe était resté longtemps en contemplation devant cette gravure, et il l'avait simplement mise en action.

Depuis vingt ans, on déplore l'excessive publicité donnée au récit de tous les crimes. Aussi, nous voyons les imitations se multiplier. Et quels sont les assassins ? Tous des adolescents de 15 à 20 ans, singes malfaisants que l'on compte aujourd'hui par douzaines.

C'est cette possibilité de modeler le cerveau dans l'adolescence qui est le principe et la base de toute éducation, de toute instruction. Il s'est produit en ce sens un mouvement de plus en plus considérable, que les hygiénistes ont même trouvé exagéré, et dont ils ont signalé les dangers sous le nom spécial de *surmenage scolaire*.

Il est bien vrai qu'on a observé chez quelques écoliers des maux de tête plus ou moins persistants, des saignements de nez, des troubles du sommeil (tantôt des insomnies accompagnées de cauchemars, tantôt une somnolence invincible). Mais ces accidents ne doivent pas être attribués au travail excessif du cerveau : la meilleure preuve, c'est qu'ils ne se présentent pas chez les élèves qui travaillent le mieux. Ces accidents tiennent à la faiblesse nerveuse de certains enfants, et parfois même à la fatigue d'une croissance exagérée, insuffisamment compensée par une mauvaise nourriture, par le manque d'aération et par les autres conditions hygiéniques, souvent défectueuses, de l'internat.

Il nous reste à dire un mot d'un dernier groupe d'adolescents, les saltimbanques, qui sont protégés par une loi spéciale en date des 7-20 décembre 1874. Le premier article de cette loi interdit les exercices dangereux aux enfants âgés de moins de 16 ans, et en particulier les « tours de force périlleux ou les exercices de dislocation ». Un commentaire très approfondi de cette loi, dû à deux docteurs en droit, MM. Ernest Nusse et Jules Périn, avocats à la Cour de Paris, donne à ce sujet d'utiles explications et de précieux renseignements. Les tours de force périlleux consistent, par exemple, à lancer l'enfant dans l'espace, à le faire marcher sur la corde raide à de grandes hauteurs (gymnasiarque en l'air), à le faire participer à cet échafaudage connu sous le nom de *pyramide humaine*, etc. Quant aux exercices de dislocation, ils consistent à se renverser en arrière, de façon à faire rejoindre la tête et les pieds, ou encore à faire « le grand écart », les deux jambes écartées horizontalement sur le tronc. Les différentes tortures préparatoires auxquelles on soumet l'enfant pour le disloquer, réussissent d'autant mieux que les os et les jointures sont plus flexibles ; mais ces manœuvres n'en sont que plus dangereuses.

Une observation importante s'impose d'elle-même ici comme conclusion générale. Quand il s'agit des préceptes ordinaires de l'hygiène, c'est celui qui en est l'objet qui doit en faire à lui-même l'application.

Mais ici, il ne le peut pas ; la loi s'y oppose. La loi considère l'adolescent qui n'a pas dépassé la vingtième année comme un être inachevé ; elle ne lui reconnaît pas le squelette assez formé pour être soldat, ni le cerveau assez mûr pour agir en pleine liberté. Il est mineur ; il est obligé d'obéir aux autres, à ses parents, à ses patrons, à ses maîtres, quels qu'ils soient. C'est donc à eux que revient le devoir d'appliquer à l'adolescence les prescriptions de l'hygiène, et de préparer pour l'avenir une génération robuste et sensée, qui réalise complètement cette simple maxime où nous résumerons tout ce qui précède : *Un esprit droit dans un corps droit.*

Dr HECTOR GEORGE,
Maître de Conférences à l'Institut national Agronomique.

VARIÉTÉS

REVUE DES ORGANES TECHNIQUES AMÉRICAINS

Nouveau système de piston pour les machines à vapeur horizontales.

— Nous trouvons dans le *Practical Engineer* la description et le dessin d'un nouveau système de piston pour machines à vapeur horizontales, dont le but est de diminuer l'ovalisation des cylindres.

Ce piston porte deux bagues disposées obliquement de telle sorte qu'elles soient plus rapprochées dans le haut que vers le bas. Un petit trou fait communiquer l'intérieur de l'espace laissé libre entre les deux bagues avec la cavité du piston qui est creux. Cette dernière reçoit la vapeur, chaque fois qu'elle est introduite dans le cylindre, par deux orifices percés sur le contour de la jante du piston, derrière chacune des bagues. La différence de surface entre la partie haute et la partie basse de l'espace annulaire laissé libre entre les bagues a pour effet de soulever le piston et de diminuer, dans une proportion convenable, l'usure de la partie inférieure du cylindre sous l'action du poids du piston.

Ce piston est employé en Amérique, surtout pour les locomotives.

Roue élastique pour les locomotives routières. — Le *Practical Engineer* décrit aussi une nouvelle roue élastique, à l'usage des locomotives routières, qui a pour but d'empêcher le patinage en temps de pluie et de diminuer la fatigue des routes en adoucissant les chocs.

La jante, très large et très épaisse, porte deux rangs de tasseaux en bois dur, cerclés de fer, disposés en quinconce, et qui traversent la jante pour venir s'appuyer sur des ressorts énergiques dissimulés dans l'épaisseur de cette dernière. Lorsque ces tasseaux arrivent au point de contact de la roue avec le sol, ils s'enfoncent légèrement à l'intérieur de la roue en comprimant les ressorts et adoucissent la réaction, tandis qu'ils augmentent l'adhérence sur le sol en formant, un peu avant de se trouver dans la verticale de l'axe, une sorte de denture qui vient s'appuyer sur le sol et augmente l'adhérence en empêchant l'affouillement si fréquent quand la roue vient à patiner sur un sol gras. Une machine routière pourvue de cette roue a pu remorquer un poids de 33 tonnes, en rampe de 40 millimètres, sur une longueur de 400 mètres.

Nouvelle chaudière à haute pression, pour la marine, de M. Casobourne.

— L'invention de M. Casobourne a pour but de permettre de construire des chaudières du type ordinaire à retour de flamme supportant les pressions les plus élevées que l'on puisse adopter pour des machines à triple et quadruple expansion sans donner aux tôles d'enveloppe des épaisseurs considérables.

L'enveloppe de la chaudière est double, les deux rangées de tôles qui la composent laissant entre elles un espace annulaire de quelques centimètres de largeur. A l'intérieur de cet espace, on laisse pénétrer la vapeur des chaudières à travers un détendeur, à une pression égale à environ la moitié du timbre.

Si, par exemple, la pression de régime à l'intérieur de la chaudière est de 15 kilogr., elle sera de 7^{kil} 50 dans la zone annulaire, et les tôles n'auront plus besoin d'être calculées que pour cette dernière pression ; elles seront donc deux fois plus minces.

L'inventeur n'a pas la prétention de diminuer ainsi le poids des chaudières marines, la différence d'épaisseur étant compensée et au delà par leur plus grand développement, mais il donne cette solution comme permettant d'aborder des pressions inusitées jusqu'ici sans avoir recours à des tôles d'une épaisseur qui en rendraient la fabrication et la mise en œuvre presque impossibles, surtout étant donnée la grande longueur que doivent avoir ces tôles.

Le détendeur est simplement constitué par une ou deux soupapes de sûreté à charge directe, réglables de l'extérieur, fixées sur l'enveloppe intérieure, chargées à la pression voulue, et évacuant dans la chemise annulaire.

Nouvelles machines d'imprimerie. — Les nouvelles presses d'imprimerie construites pour le *New-York Herald*, pourront couper, im-

mer et plier, par heure, 48000 exemplaires d'un journal de huit pages, et 12000 d'un journal de vingt-quatre pages.

L'administration du *New-York Herald* fait construire une autre presse dont on attend plus encore : 90000 exemplaires à l'heure d'un journal de six pages, et 24000 d'un journal de vingt-quatre pages.

Les freins continus et les attelages automatiques aux Etats-Unis. — L'*Engineering News* consacre plusieurs colonnes à l'étude du développement, spécial à l'Amérique, des freins continus pour trains de marchandises et des attelages automatiques.

Le frein continu automatique est adopté pour les wagons à marchandises sur des lignes présentant une longueur de 130000 kilomètres. Les attelages automatiques, un peu moins répandus, sont employés sur 90000 kilomètres.

Le nombre des wagons qui ont été munis d'attelages automatiques a été :

De 6000	avant 1888.
De 15000	en 1888.
De 39000	en 1889.

Ces chiffres sont suffisamment éloquentes par eux-mêmes et se passent de commentaires.

Forus.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LA MEUNERIE A L'EXPOSITION DE 1889

(Suite¹.)

Mouture. — Les machines actuellement employées pour la mouture proprement dite sont :

- Les meules de différents systèmes ;
- Les moulins à cylindres ;
- Les désintégrateurs ou broyeurs.

Nous ne parlerons pas des meules ordinaires, que tout le monde connaît ; nous nous bornerons à décrire la nouvelle *meule granulante, tamisante et finisseuse* de M. Ch. Renoult.

Cette meule (fig. 4) est solidement établie dans une cuvette en fonte

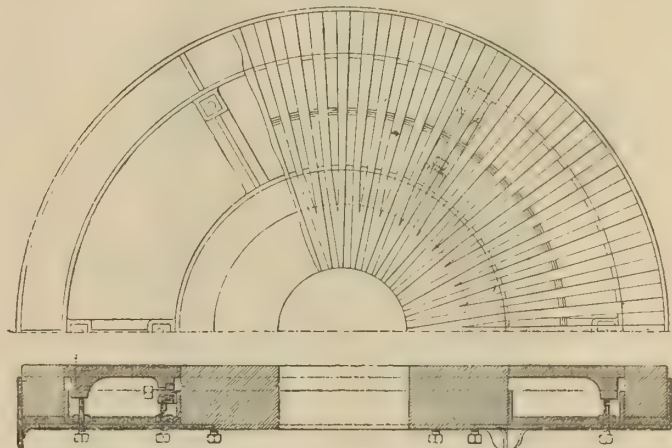


FIG. 4. — Meule granulante, tamisante et finisseuse.

qui se compose de trois parties concentriques bien distinctes. La partie centrale, le *cœur*, forme une petite meule en pierre meulière, de 0^m82 de diamètre, qui a pour objet de commencer la granulation du blé avant de passer sur la deuxième partie qui forme l'*entrepied*. Celle-ci, large de 0^m24, est métallique, et ses parties travaillantes, garnies de cannelures, sont destinées à continuer et à achever la granulation du blé, tandis que des rayons ajourés, recouverts de plaques de tôle perforée, laissent complètement échapper les granules produits, pour ne retenir que les sons que laisse légèrement chargés la mouture ronde opérée jusqu'à cette partie de la meule. Ces sons gras sont nettoyés par leur passage immédiat sur la troisième partie, en pierre meulière, de 0^m10 de largeur, qui constitue la *feuillière* et expulse la mouture à sa périphérie comme le font les meules ordinaires.

Cette meule comporte 72 portants et 72 rayons, tous dirigés vers le centre. La moitié des rayons, c'est-à-dire 36, vont du centre jusqu'à la circonférence, pendant que les 36 autres ne partent que de l'extrémité supérieure de la partie métallique pour se continuer jusqu'à la circonférence extérieure.

Le débit de cette meule peut atteindre 300 kilogr. à l'heure, avec une force de 4 à 5 chevaux-vapeur, c'est-à-dire la même que celle d'une paire de meules, mais en produisant trois fois plus. Le cœur étant seul chargé de l'attaque du blé, en supporte la totalité qui va se broyant sur un rayon de 0^m41, partie sur laquelle les meules sont écartées et où la résistance, par rapport à la vitesse acquise en ce point, est peu considérable ; ensuite par l'ajoutement des tamis, il se décharge aussitôt de tous les granules produits, pour ne laisser arriver à la partie extrême que 20 à 22 % du blé introduit, c'est-à-dire 60 à 65 kilogr.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n. 20, p. 498.

M. Outrequin exposait un appareil dit « le Supérieur », qui se compose de deux plateaux en fonte tournant horizontalement et ayant chacun une gorge annulaire dans laquelle sont engagées des lames d'acier trempé, placées sur champ avec une certaine obliquité, comme rayonnement, par rapport au centre du disque. Les entre-deux des lames sont en carton et peuvent être en bois debout ou autre matière appropriée.

Pour le broyage, on ménage une saillie de la lame au-dessus de la partie la plus élevée du rayon formé par l'entre-deux, saillie égale à la moitié de la grosseur du grain pour le premier passage. Cette saillie diminue pour les passages suivants, ainsi que la largeur des rayons, à mesure qu'on arrive du grain à la semoule, et de la semoule à la semoulette.

Pour le curage des sons et la mouture des gruaux, les intervalles des lames sont très rapprochés et s'obtiennent avec du carton. On a ainsi des portants formés de plusieurs lames accolées avec des rayons intercalés plus ou moins larges.

Les disques ont 0^m50 de diamètre environ ; ils tournent à vitesse différentielle de 250 à 350 tours.

Le reste de la construction est semblable aux appareils Schweitzer (1) et autres du même genre.

Les seuls désintégrateurs employés aujourd'hui sont celui de M. Bordier dont nous avons déjà donné la description dans le *Génie Civil* (2), et celui de M. Hignette.

Le nouveau désintégrateur Hignette (fig. 2) se compose de deux pla-

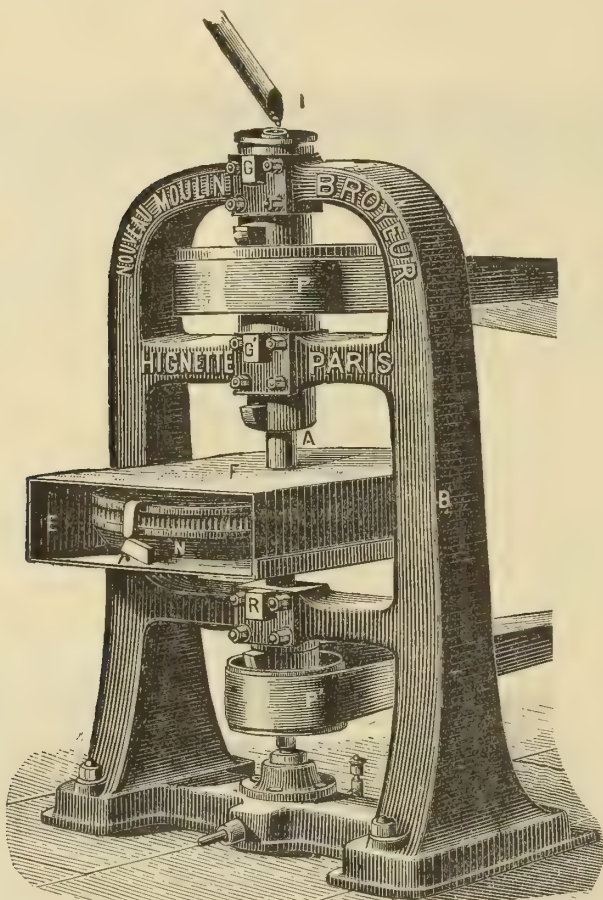


FIG. 2. — Nouveau désintégrateur Hignette.

teaux en forme de tronc de cône, tournant en sens contraire, à vitesse différentielle. Sur ces plateaux sont disposées, concentriquement, plusieurs rangées de broches alternant les unes avec les autres, chaque série de ces broches d'un plateau tournant entre deux des séries de l'autre plateau.

Le plateau supérieur est porté par un arbre creux, de fort diamètre, sur lequel est calée une poulie. C'est par l'intérieur de cet arbre qu'on introduit les grains à moudre. Le plateau inférieur est claveté sur un autre arbre indépendant du premier et sur lequel est également calée une poulie. Les deux plateaux sont enfermés dans une enveloppe à laquelle est ménagée une ouverture pour la sortie des produits de la mouture.

En raison de la forme conique des deux plateaux, la matière à diviser est retenue longtemps entre les surfaces travaillantes. Ces deux plateaux, tournant en sens inverse, à vitesse différentielle, occasionnent un courant et un appel incessant d'air de l'extérieur à l'intérieur, ce qui fait que la boulangerie en sort froide.

Les sons sont parfaitement curés au premier passage, et on obtient, sans nuire à la blancheur des produits, toute la quantité de gruaux et de farine que le grain de blé peut produire. Les gruaux peuvent être moulus avec la même machine.

La farine obtenue est complètement ronde, le gluten n'est nullement

altéré, et, par suite, les farines conservent toutes leurs propriétés nutritives, et se comportent fort bien à la panification.

Avec le désintégrateur Hignette, on peut traiter les blés de toutes provenances, qu'ils soient gras, secs ou mouillés, et cela, pour la mouture complète, puisqu'il fait le même travail que cinq moulins à cylindres cannelés, tout en tenant beaucoup moins de place.

M. Huteau, meunier à Frizon, a imaginé un système d'appareil que nous signalerons surtout pour la singularité de sa construction,

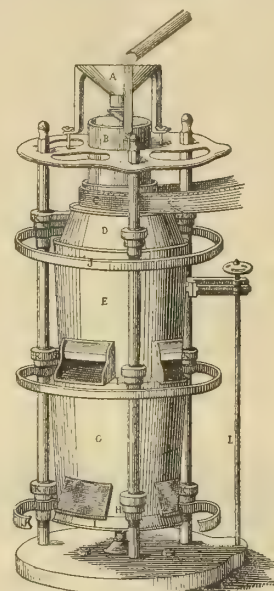


FIG. 3. — Moulin Huteau.

car il n'a été appliqué que par son inventeur et dans son propre moulin. C'est une machine combinée de couronnes coniques cannelées, pour le fendage et le broyage du grain, d'une enveloppe garnie de toile métallique servant de bluterie, et de brosses pour l'extraction des germes et de la farine noire.

Cet appareil (fig. 3), tout en fer, fonte et acier, est muni, à sa partie supérieure, d'un coussinet en bronze donnant un graissage constant et régulier pendant la marche. L'arbre vertical, sur lequel est calée la poulie de commande, porte aussi les couronnes et les brosses, qui tournent avec lui. Cet arbre tourne, à la partie supérieure, dans un collier, et vient s'appuyer, à sa partie inférieure, formant pivot, sur une crapaudine adaptée au plateau de base de l'appareil. Les couronnes, la bluterie métallique et les brosses sont contenues dans une enveloppe en fonte.

Les couronnes sont réglées séparément par des écrous reliés entre eux à chaque passage par une couronne dentée intérieurement et destinée à maintenir constamment parallèles le cône et l'enveloppe. La distance des cônes et de l'enveloppe est ensuite réglée au moyen

d'un seul levier sur lequel est calé un volant à main.

Le fonctionnement de cet appareil est le suivant : le grain arrivant dans l'engrenageur est distribué par la cuvette qui se trouve sur l'extrémité supérieure de l'arbre vertical de l'appareil et passe au travers de l'œillard et de la poulie pour aller se fendre entre le premier cône et son enveloppe, tous deux garnis de cannelures disposées pour ouvrir le grain par sa fente longitudinale ; le grain fendu passe ensuite de la brosse à la bluterie centrifuge, où le germe et la farine noire sont éliminés, au fur et à mesure de leur séparation, au travers d'une garniture en toile métallique, et sont reçus directement en sacs. Le grain, fendu et parfaitement nettoyé par les deux opérations qui précèdent, entre alors en mouture dans le deuxième cône, cannelé ainsi que son enveloppe, de manière à attaquer fortement le grain en mouture haute ; la boulangerie produite pénètre dans la deuxième brosse et la bluterie centrifuge, qui élimine au travers de la toile métallique les farines et semoules produites, qui tombent alors dans une cuvette, tandis que les sons et grosses semoules insuffisamment désagrégées vont se terminer dans le dernier cône, duquel les sons sortent complètement curés, et les grosses semoules désagrégées vont se réunir aux produits du deuxième blutage et sont envoyées au couloir de sortie par le ramasseur fonctionnant dans la cuvette placée à ce deuxième passage.

Les moulins à cylindres, de quelque système qu'ils soient, se distinguent surtout par le mode de distribution de la marchandise et, celui du réglage de l'écartement des cylindres et de leur parallélisme.

Dans les cylindres broyeurs de M. Feray (d'Essonne), la distribution se fait à l'aide de deux cylindres cannelés à mouvement et débrayage indépendants pour chaque paire de cylindres.

Pour régler le parallélisme des cylindres, on a monté les axes d'articulation des paliers mobiles sur des chapes glissant sur des plans inclinés. Les paliers des cylindres mobiles sont munis de coussinets sphériques qui, étant d'une grande mobilité, permettent à ces cylindres de s'éloigner légèrement lorsqu'ils y sont sollicités par le passage d'une inégale épaisseur de grains. Les axes d'articulation des paliers des cylindres mobiles et les axes de ces paliers se trouvant dans des plans verticaux différents, il en résulte que, pour un très faible déplacement des chaînes des contrepoids, le débrayage est instantané. Une vis de butée, convenablement disposée, limite le rapprochement des cylindres mobiles des cylindres fixes et empêche, dans tous les cas, les cannelures de frotter les unes contre les autres.

Le convertisseur à quatre cylindres de M. Feray diffère des autres systèmes, non seulement dans les moyens de réglage du parallélisme des cylindres, mais encore par le broissage automatique des cylindres du distributeur et par la disposition des supports des trémies d'alimentation qui sont de véritables conduits d'échappement d'air chaud, quand on met ces derniers en communication avec un aspirateur.

Le réglage des cylindres est obtenu par le serrage ou le desserrage des vis butant contre les queues des paliers mobiles. L'intensité de pression s'obtient en serrant ou desserrant les ressorts à boudin qui sont enfermés dans les boîtes cylindriques en fonte.

Dans le moulin de M. Muzey et dans celui de M. Lhuillier, le rapprochement et l'éloignement des cylindres s'obtiennent en manœuvrant un levier. Le réglage du parallélisme des cylindres se fait, soit

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 22, p. 529.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 22, p. 529.

au moyen de vis, soit à l'aide d'un volant. Les distributeurs sont munis d'un débrayage instantané qui permet d'arrêter l'alimentation sans faire tomber aucune courroie et sans arrêter le mouvement des cylindres.

Dans le cylindre système Jacquard, les paliers mobiles sont adaptés chacun sur le bâti au moyen d'un seul boulon-tourillon et d'un excentrique qui ménage le rapprochement des axes, lorsque l'usure des cylindres le rend nécessaire. Un arbre-excentrique muni d'un levier, avec vis d'arrêt fixée sur le devant du bâti, sert au rapprochement ou à l'écartement des cylindres mobiles.

Le moulin à cylindres système Malliary-Doloire se compose de deux paires de cylindres avec cannelures de formes spéciales selon les passages à effectuer. Chaque paire de cylindres devant faire trois passages, chaque cylindre est lui-même divisé en trois sections d'un diamètre égal pour les deux du centre, et d'un diamètre différent pour les deux autres. Les sections d'un même cylindre sont séparées entre elles par des rainures d'environ 0^m 030 de largeur et 0^m 020 de profondeur. Le premier passage a des cannelures droites spéciales pour fendre le blé dans sa longueur; les cannelures des autres passages sont hélicoïdales.

Le réglage du parallélisme des cylindres se fait en desserrant les deux écrous qui sont à l'extrémité de chaque coin à l'intérieur de l'appareil: une vis de réglage maintient le coussinet dans sa nouvelle position. Le réglage de la pression se fait à l'aide d'un volant qui actionne un puissant ressort à lames. L'écartement brusque des cylindres s'obtient sans dérégler l'appareil, à l'aide d'un levier qui est doué d'une force suffisante pour vaincre la pression des ressorts.

Dans le moulin à cylindres superposés de M. Lacroix, le système de réglage à ressorts a été substitué au réglage par contrepoids. Un seul levier suffit pour le réglage et le débrayage.

M. Fontaine exposait deux modèles, en bois, de moulins à cylindres dits *bi-geminés*, à balancement automatique, dans lesquels l'objet du perfectionnement est d'imprimer automatiquement un mouvement rotatif imperceptible de va-et-vient au cylindre ou à la partie de cylindre qui est en regard du cylindre tournant à 100 ou 150 tours, afin d'avoir une usure régulière sur toute la surface travaillante de cette pièce.

Dans le moulin à cylindres de M. Maurel, l'écartement des cylindres se fait instantanément au moyen d'un levier; la pression sur le cylindre mobile est donnée par deux ressorts puissants dont la tension est réglée par une vis de pression. Le réglage des cylindres se fait au moyen de volants à main placés sur les côtés de la face de l'appareil; des vis de butée, se réglant à volonté, empêchent les cylindres de tourner l'un contre l'autre en cas de marche à vide. Le distributeur est muni d'un débrayage automatique.

Les moulins à cylindres broyeurs et convertisseurs de M. Robinson

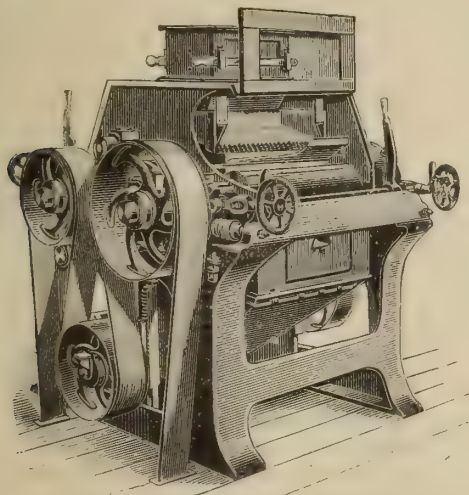


FIG. 4. — Moulin double horizontal.

sont à deux paires de cylindres (fig. 4). Chaque couple de cylindres est mù par une seule courroie; cette simplification est obtenue au moyen d'une poulie de renvoi, folle sur l'axe, et dont le graissage est assuré par un godet posé sur l'arbre qui la porte. Le graissage des tourillons des cylindres est obtenu au moyen de godets graisseurs munis de rouleaux posés dans les paliers et sous ces tourillons.

Pour le réglage du parallélisme des cylindres, la pression est appliquée latéralement au moyen de volants à main commandant des leviers qui portent les paliers. Des ressorts à boudin donnent une certaine élasticité à cet ajustage, de façon à permettre le soulèvement des cylindres au passage de corps trop durs.

Tous ces moulins sont munis d'un distributeur automatique à oscillation et de l'aspirateur Robinson.

Dans le moulin à cylindres de M. Turner, le parallélisme des cylindres est obtenu au moyen de volants à main. Le serrage pour régler la mouture, c'est-à-dire pour le rapprochement ou l'écartement des cylindres, se fait à l'aide d'un contre-écrou en relation avec les volants à main. Le débrayage se fait au moyen d'un levier qui donne la pression à volonté et du même coup arrête le distributeur; une prise d'aspiration est fixée sur chaque machine.

Le distributeur automatique fonctionne suivant le poids de la marchandise qui se trouve dans la trémie, et qui pèse sur un panneau mobile, lequel règle la quantité distribuée en proportion directe de celle restant à distribuer. Sur chaque boisseau, le poids de la marchandise, agissant sur le panneau mobile, est contre-balancé par un ressort dont le meunier règle la tension suivant le poids spécifique de la marchandise contenue dans le boisseau.

Dans les moulins à cylindres de MM. Escher, Wyss, tous les mécanismes de réglage et de contrôle sont adaptés sur le devant; l'accès en est donc facile et commode, même pendant la marche.

Le réglage se fait au moyen de ressorts et l'écartement des cylindres s'obtient par le déplacement du levier de la traverse d'ajustage. Des vis de serrage servent au réglage exact quand la mouture se trouve inégalement répartie sur les cylindres.

Pour l'alimentation, lorsque la trémie se trouve vide, un clapet se déplace et opère automatiquement le désembrayage des cylindres au moyen de la tige à excentrique et du segment reposant sur l'arbre des cylindres. Le cylindre d'alimentation s'arrête et une sonnerie indique au surveillant que la trémie est vide.

MM. Brault et Teisset construisent pour la petite meunerie un appareil à 3 paires de cylindres broyeurs superposés. Au-dessous de chaque paire de cylindres, se trouve un tamis faisant fonctions de bluterie à extraire. Cylindres et tamis sont renfermés dans une enveloppe en bois montée sur bâti en fonte.

Les moulins combinés de M. Darnel-Bosshardt consistent en un cylindre broyeur, dont les produits tombent directement sur un tamis qui blute certains d'entre eux, qui sont envoyés dans un moulin à cylindres lisses et dont les refus sont envoyés dans un élévateur situé en queue, qui les conduit dans des compartiments à cet usage.

Le détacheur-extracteur de M. Cordier (fig. 5) consiste en un pla-

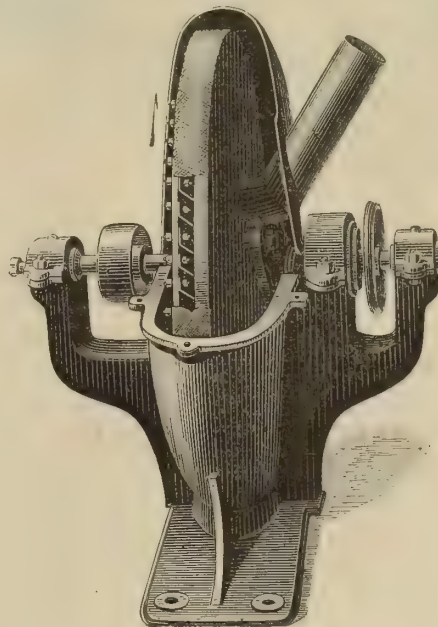


FIG. 5. — Détacheur-extracteur.

teau vertical, garni de lames obliques inclinées à 45° environ, tournant parallèlement devant une toile métallique, à une vitesse de 650 à 700 tours. Ces lames affectent la forme du rayonnage des meules. La marchandise passant dans l'appareil se trouve violemment projetée par les lames sur la toile métallique et est complètement détachée.

Le répartiteur du broyage, système Carter et Zimmer, est un appareil qui a pour objet de répartir les produits du broyage des cylindres. En effet, dans la mouture par cylindres, les 6 opérations de broyage de blé présentent l'inconvénient de faire repasser inutilement certains produits qui sont finis et d'autres qui le seraient avec un ou deux passages, et qui subissent, malgré cela, 3 et 4 opérations. Le répartiteur ou classeur a donc pour but de prendre, après les premiers passages aux cylindres, la boulangue produite, et d'en éliminer les produits qui sont finis ou qui n'ont à subir qu'un moindre nombre de passages. L'appareil est construit sur le même principe que le sasseur aspirateur, c'est-à-dire qu'il opère le classement des produits selon leur densité; sous l'action d'une aspiration puissante et uniforme, les particules de son et de blé sont réparties suivant leur degré exact de décortiquage.

Le comprimeur pour enlever l'ail des blés, système Millot (fig. 6), se compose de deux paires de cylindres en fonte, dont un de chaque paire est muni d'un manteau en caoutchouc, ainsi que d'un puissant aspirateur. Les cylindres supérieurs sont montés dans des coussinets mobiles, et reposent par leur propre poids sur les cylindres en caoutchouc. Cette pression naturelle peut être augmentée et réglée à l'aide de vis et de ressorts en spirale; on serre ensuite les contre-écrous pour éviter tout dérangement. Les cylindres en caoutchouc sont munis de racloirs que l'on règle à l'aide d'écrous à ailettes et qui doivent passer tout près des cylindres, mais sans les toucher. Les cylindres supérieurs portent également des racloirs qui se placent dans des fentes

ménagées dans le haut de l'appareil et travaillent par leur propre poids.

Le blé, en passant entre les cylindres, est enfoncé, grâce à sa résistance, dans le caoutchouc et reste complètement intact, tandis que l'œil s'aplatit et est aspiré par le ventilateur. L'appareil fait office de

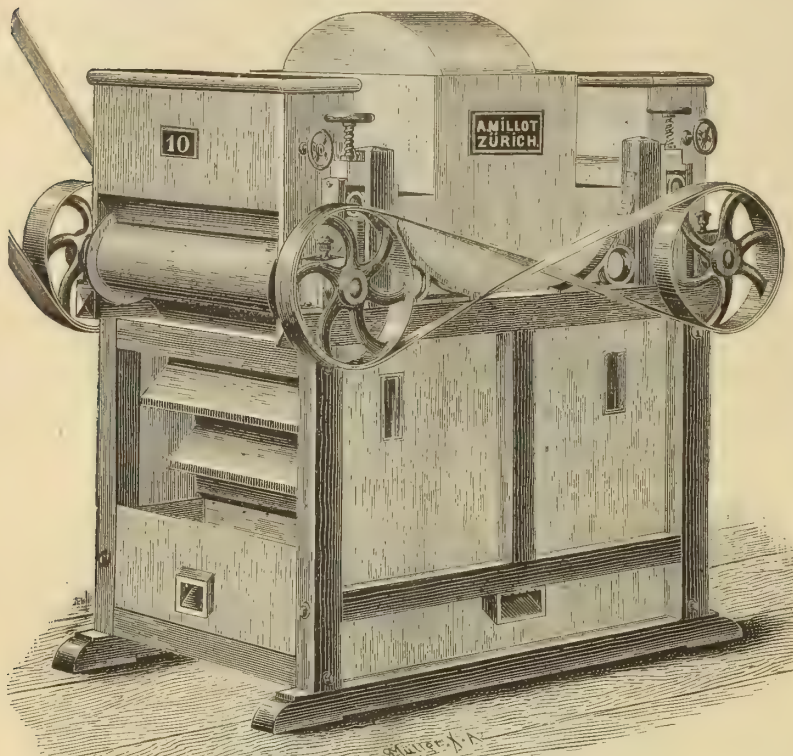


FIG. 6. — Compresseur pour enlever l'œil des blés.

tarare, en aspirant toutes les poussières et parties légères, qui sont entraînées dans un compartiment où les déchets se classent suivant leur densité; les plus lourds tombent au fond de ce compartiment, tandis que les parties légères sont chassées par le ventilateur dans un canal spécial.

(A suivre.)

SCHILD-TREHERNE,
Ingénieur des Arts et manufactures.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LA QUESTION DES TRAITÉS DE COMMERCE

Déclaration du nouveau ministère concernant notre régime douanier.

— A la suite de l'interpellation au Sénat sur le traité franco-turc, dont nous parlons plus loin, le Ministère, présidé par M. Tirard, a donné sa démission. Dans la déclaration, lue à la Chambre des députés et au Sénat (séance du 18 mars) par le nouveau cabinet, formé sous la présidence de M. de Freycinet, celui-ci a insisté d'une façon toute spéciale sur le caractère particulier de la tâche qui s'impose à la législature actuelle, et qui consiste à établir le nouveau régime économique, rendu nécessaire par l'expiration des traités de commerce en 1892. Voici le texte de ces déclarations en ce qui concerne ce sujet :

Le pays a affirmé sa volonté de renouveler les bases de son régime douanier. Il attend, non sans impatience, l'expiration des traités de commerce qui nous lient encore à diverses nations, et il compte qu'à partir du 1^{er} février 1892 il sera entièrement maître de la fixation de ses tarifs. Il leur demandera, après une étude réfléchie, une protection plus efficace de l'agriculture et du travail national.

Le Gouvernement s'associe franchement à cette pensée.

Il prendra ses mesures pour qu'à la date fixée rien n'entrave la liberté du Parlement, même à l'égard de la nation amie (la Turquie), dont les rapports commerciaux avec la France ont fait dernièrement l'objet des délibérations du Sénat.

Espérons que le Gouvernement et le Parlement se mettront résolument à l'étude de cette question, de laquelle dépend l'avenir de notre pays, et qu'ils nous donneront une solution favorable à la prospérité de nos industries manufacturières et agricoles, en augmentant le développement de notre commerce et de nos exportations.

La Commission des 55 (1). — Dans ses dernières séances, la Commission des douanes, après de longues discussions, a accepté en principe le droit sur le riz par 29 voix contre 9.

Elle propose d'établir les taxes suivantes : 3 francs par 100 kilogr. sur le riz en paille, 8 francs sur les riz décortiqués et les farines de riz, 6 francs sur les brisures de riz et 3 francs sur le millet et le dari.

Les maïs et les riz employés à la fabrication de l'amidon sec en marrons, en aiguille, et destiné au blanchissage seront exempts de droits.

M. Viger a été nommé rapporteur de la proposition de loi concernant les maïs et les riz.

Traité franco-turc. — L'expiration du traité de 1861 qui nous liait avec la Turquie a donné lieu à des inquiétudes au sujet de la situation dans laquelle la France allait se trouver. Nous en avons déjà parlé (1).

M. Foucher de Careil s'est fait l'écho de ces craintes, et a interpellé le Gouvernement sur ce point (séance du Sénat du 13 mars). D'après lui, le traité de 1802 a singulièrement perdu de sa valeur. Si la partie politique de ce traité est abolie, peut-on, dit-il, faire revivre la partie économique? D'autres traités ont été conclus depuis avec la Turquie, notamment celui de 1861 avec tarifs annexés et clause de la nation la plus favorisée; cette clause a date certaine et elle doit finir avec ce traité, à moins qu'on ne la fasse revivre par un abus du droit d'interprétation.

Il a terminé en demandant au Gouvernement d'indiquer quel est le régime dans lequel nous serons à partir du 14 mars.

M. Spuller, ministre des affaires étrangères, a repris les arguments développés précédemment à la Chambre par M. Tirard. D'après lui, la Porte est liée vis-à-vis de la France, non pas seulement par le traité spécial et additionnel de 1861, ni celui de 1838, mais par les capitulations antérieures au profit desquelles nous ne devons pas renoncer.

Le traité signé à Paris, le 25 juin 1802, entre la Porte et la République française contient les deux articles suivants :

ART. 2. — Les traités ou capitulations qui, avant l'époque de la guerre, déterminaient respectivement les rapports de toute espèce qui existaient entre les deux puissances sont, en outre, renouvelés.

ART. 9. — La République française et la Sublime-Porte ayant voulu, par le présent traité, se placer dans les États l'une de l'autre sur le pied de la puissance la plus favorisée, il est entendu qu'elles s'accorderont respectivement dans les deux États tous les avantages qui pourraient être ou avoir été accordés à d'autres puissances, comme si lesdits avantages étaient expressément stipulés dans le présent traité.

Ces articles assurent respectivement aux deux pays le traitement de la nation la plus favorisée d'après l'interprétation donnée à ce texte par le Gouvernement français et le Gouvernement ottoman.

Donc, a ajouté M. le Ministre des Affaires étrangères, à partir du 14 mars, la France jouira en Turquie de la clause de la nation la plus favorisée; voilà le régime qui sera le *modus vivendi* entre les deux nations.

Jusqu'à quand cette clause subsistera-t-elle ?

Nous pourrions nous en prévaloir, même après que tous nos traités de commerce seront expirés, parce que nous comptons que les capitulations seront maintenues au delà, car renoncer aux capitulations serait donner notre démission commerciale après avoir donné notre démission politique.

M. Tirard a ensuite soutenu à nouveau l'opinion que nous avons déjà fait connaître :

Tous les diplomates, a-t-il dit, tous les ministres des Affaires étrangères qui se sont succédé au quai d'Orsay, tous ont reconnu que le traité de 1838 et ceux de 1856 et de 1861 n'ont été que des traités additionnels qui sont venus s'ajouter aux anciens traités, dont le plus décisif est celui de 1802.

Grâce aux précautions prises, nous conservons dans l'avenir la situation dont nous avons joui jusqu'ici, profitant des avantages que la Turquie a accordés ou pourra accorder à d'autres puissances. Un traité avec l'Allemagne, sur le point d'être signé, assurerait à celle-ci une situation que nous serions exposés à perdre si nous ne prolongions pas l'état actuel avec la Turquie. Un autre est conclu avec l'Angleterre : il fait à ce pays des concessions dont nous serions privés si nous n'avions pas le traitement de la nation la plus favorisée. Ce traité s'applique en même temps qu'à la Porte, à l'Égypte et à la Bulgarie; en sorte que, si nous ne pouvions en profiter nous-mêmes, le pavillon français se trouverait dépossédé dans ces échelles du Levant, où il apparaissait seul autrefois; nous n'aurions plus la situation privilégiée d'alors, nous n'aurions pas même l'égalité.

D'après M. Lacombe, qui a répondu à M. le Président du Conseil, la situation, telle qu'elle a été dépeinte par celui-ci, présente des inconvénients bien supérieurs aux avantages. Selon lui, si on examine la succession des divers traités et les tarifs qui y sont annexés, si on prend le texte du traité de 1802, si on examine les faits accomplis, c'est-à-dire l'interprétation que les parties en ont faite, on trouvera toujours que les clauses du traité de 1802 n'avaient pas pour but et n'ont jamais eu pour effet de régir les intérêts douaniers des deux nations.

Après avoir entendu MM. Griffé, Buffet et Labiche, les deux premiers dans un sens opposé à l'interprétation du Gouvernement et le troisième dans un sens favorable, le Sénat a voté l'ordre du jour suivant, proposé par MM. Séblin et Béranger :

Le Sénat invite le Gouvernement à négocier avec la Turquie un *modus vivendi* destiné à prendre fin avec les traités de commerce actuellement en vigueur, et passe à l'ordre du jour.

A la suite de ce vote, le cabinet Tirard a donné sa démission.

Les divergences d'opinion suscitées par l'expiration du traité franco-turc sont fort préjudiciables aux intérêts de notre commerce. Quel est le système applicable aujourd'hui? Le doute le plus complet régnera sur ce point jusqu'à ce que le nouveau ministère ait pris une résolution, ce qui ne manquera pas d'arriver sous peu.

La Commission des douanes va de nouveau étudier la question, et M. Turrel est décidé à la porter devant la Chambre, si le Ministère de Freycinet adopte sur ce point les vues du Ministère Tirard.

ÉMILE BERT,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Docteur en droit,
Professeur à l'École commerciale de Paris.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 15, p. 334, et n° 20, p. 411.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 20, p. 411.

INFORMATIONS

Four Whiting

pour la carbonisation des ordures ménagères.

Nous avons déjà décrit un système de traitement des eaux d'égout par dépôt, accompagné de la carbonisation des ordures ménagères, tel qu'il est appliqué dans plusieurs villes d'Angleterre (1). Un four du même genre a été étudié par M. Whiting, de Philadelphie, et est décrit dans l'*Engineering and Building Record*, auquel nous en empruntons les dessins et les détails.

Le four (fig. 1 et 2) est établi pour chauffage au pétrole, mais peut au besoin employer le bois ou le charbon au moyen d'une grille K. Le corps principal E contient une grille à barreaux tubulaires dd en forme de trémie, qui constitue le fond d'une chambre D, où l'on introduit les matières. Cette chambre est surmontée d'une trémie de chargement en fonte D', dont le couvercle s'élève jusqu'à une estacade sur laquelle arrivent les tombereaux pleins. Ce couvercle est luté avec soin pendant le travail pour arrêter l'échappement des gaz.

Comme l'indique la figure 2, les barreaux tubulaires dd traversent entièrement la chambre E; ils sont ouverts aux deux bouts pour

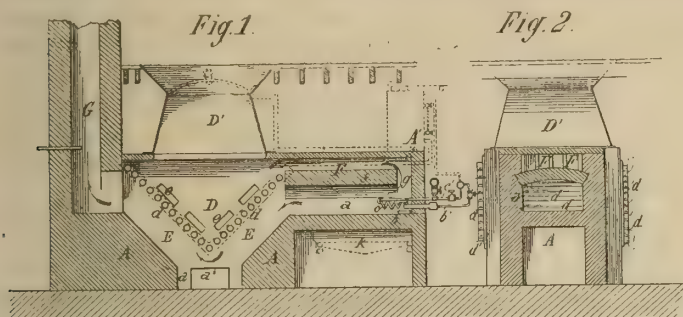


Fig. 1 et 2. — Four pour la carbonisation des ordures ménagères.

être refroidis par un courant d'air, ou pourvus de coudes si l'on veut y faire circuler un courant d'eau. Sur l'un des côtés ou sur les deux côtés du four sont pratiqués des regards ee pour permettre de regarder la grille et de briser les mâchefer.

Les cendres tombent à travers les interstices des barreaux dans un cendrier a¹ et sont enlevées par la porte a².

Immédiatement au-dessus de la chambre de combustion a, et séparé d'elle par une cloison f, se trouve un carneau F par lequel s'échappent les produits du chauffage des matières, avec un retour g qui les amène dans cette chambre. En réglant convenablement le tirage de la cheminée G, on espère pouvoir faire passer tous les gaz dans la chambre et les y brûler complètement, de manière à n'envoyer dans l'atmosphère que des produits inoffensifs.

Nouvel appareil fumivore.

Nous empruntons à l'*Iron* la description de l'appareil fumivore Sickel qui consiste (fig. 1) en un noyau creux, avec des hélices de pas différent, et relié à l'extérieur par une tige creuse qui traverse le foyer intérieur du générateur, ainsi que le mur du carneau, et communique ainsi avec l'air libre. Ce noyau affecte une forme cylindrique, terminée par un cône dont la pointe se place du côté de l'autel. Sa surface est percée de petits trous qui permettent l'introduction de l'air destiné à fournir l'oxygène nécessaire pour brûler toutes les particules entraînées avec les produits de la combustion, et

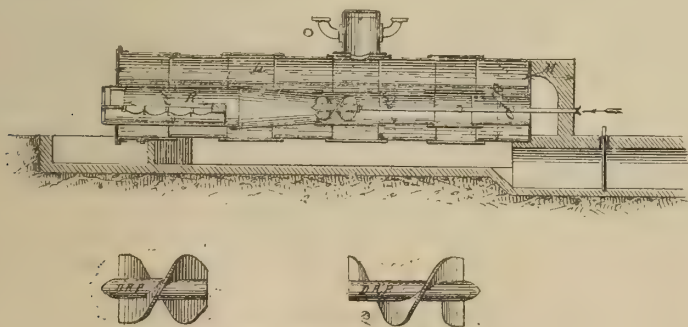


Fig. 1. — Appareil fumivore.

pour transformer l'oxyde de carbone en acide carbonique. Les hélices superposées au noyau forment des chicanes dont l'action combinée avec celle de l'espace annulaire créé par la présence du noyau lui-même, favorise le mélange des gaz avec l'air introduit, et par suite complète la combustion. D'après les expériences relatées par l'*Iron*, cet appareil donnerait une économie de combustible de 20 à 30 %. Il reste toutefois à savoir quelle peut être la durée des hélices qui forment une partie importante du système, et qui se trouvent exposées à une très haute température sans possibilité de refroidissement.

Locomotives compound chauffées au pétrole.

M. Urquhart a fait récemment, à l'Institution des *Mechanical Engineers*, une intéressante communication relative à l'application du système compound aux locomotives chauffées au pétrole sur le chemin de fer de Grazi à Tsaritsin, en Russie.

Cet Ingénieur transforma d'abord, en 1887, d'après ses plans, une locomotive à marchandises à six roues couplées, à titre d'essai. Les résultats furent très satisfaisants et, après quelques modifications dans la distribution suggérées par des diagrammes relevés à différentes vitesses, indiquèrent une économie de 22 %. A la suite de cette expérience satisfaisante, on commença successivement la transformation d'autres machines, et aujourd'hui la Compagnie compte en service douze locomotives compound à six roues couplées, et trois à quatre roues couplées; six autres sont en cours de transformation dans les ateliers. L'administration se propose de transformer en compound toutes les autres machines de la même ligne à mesure que les ateliers le pourront.

Les locomotives de M. Urquhart sont du système compound à deux cylindres; la distribution est effectuée par des tiroirs compensés. Une introduction directe de vapeur facilite le démarrage. La valve qui sert à cet effet est manœuvrée par le mécanicien et n'est pas automatique: le fonctionnement non-compound dure aussi longtemps que le mécanicien le désire. Ces machines sont également munies d'une valve de rentrée d'air au grand cylindre pour la descente des pentes à régulateur fermé.

L'économie moyenne constatée en service sur les différentes compound ressort à 18,25 %. L'auteur paraît convaincu que ses locomotives nécessiteront un entretien moins onéreux que les machines non compound, à cause de la diminution des efforts sur les pistons, et par conséquent sur les différents coussinets des machines.

M. Urquhart a fait des observations particulièrement intéressantes sur la séquence des manivelles. Il a été conduit à remarquer que l'on avait tout avantage à disposer les manivelles de telle sorte que le grand piston précède l'autre pour la marche en avant. Cette disposition a l'inconvénient d'inégaliser un peu les travaux sur les deux pistons, mais on peut y remédier en diminuant de plus de moitié le volume du réservoir intermédiaire.

L'auteur recommande de porter le volume du réservoir intermédiaire à 1,8 du volume du cylindre HP. Il a été successivement conduit à adopter ce rapport après avoir commencé par un plus petit.

Il paraît que les autorités russes ont décidé de ne plus commander à l'avenir que des locomotives compound; vingt-deux machines de ce système sont actuellement en construction pour une autre ligne que celle dont M. Urquhart est l'Ingénieur.

Installation hydro-électrique de Van Rysselbergue.

La Société des Ingénieurs et industriels de Bruxelles a récemment convoqué ses membres à Anvers pour les faire assister à une conférence très intéressante de M. Van Rysselbergue, en même temps qu'au fonctionnement d'une installation hydro-électrique brevetée par lui.

Depuis deux ans, M. Van Rysselbergue poursuit des essais nombreux pour arriver à trouver un moteur régulier utilisant l'eau sous les hautes pressions de 30 à 40 atmosphères; après avoir essayé de transformer les turbines des différents types connus pour admettre de l'eau à cette pression sans obtenir aucun résultat pratique, il en est arrivé à utiliser le principe du tourniquet hydraulique, transformé par lui d'une façon très ingénieuse. L'eau sous pression arrive au centre du tourniquet, suit le tuyau constituant celui-ci et sort à l'extrémité par un ajustage approprié, devant lequel fonctionne un régulateur de distribution équilibré par un ressort, de façon à assurer la régularité du débit.

Dans l'installation qui fonctionne à Anvers, l'axe du tourniquet est vertical et actionne directement une dynamo Victoria à armature verticale; le poids de l'armature serait donc en entier sur le joint inférieur du tourniquet si celui-ci n'était équilibré par la pression même de l'eau sous charge qui alimente l'appareil, et les surfaces de frottement sont calculées de telle sorte qu'il y ait un soulèvement léger de l'armature. Ce système a donné d'excellents résultats, car, depuis plus de six mois de fonctionnement, l'usure constatée est nulle.

Le moteur marche avec une pression constatée de 38 atmosphères au manomètre placé près de la machine; il consomme trois litres par seconde, et la machine électrique, qu'il conduit avec une régularité parfaite, alimente des lampes de 20 bougies et des lampes à incandescence. L'eau employée revient à 0 fr. 11 le mètre cube, et M. Van Rysselbergue compte que chaque lampe coûte 0 fr. 01 par heure.

M. Van Rysselbergue propose d'employer ce système pour l'éclairage de ville, en plaçant les moteurs dans les locaux des services municipaux des différents quartiers, pour éviter les pertes de courant électrique inévitables dans les longues conduites.

H. B.

Le canal de Paris à la mer.

Dans la séance du 4 mars 1890, la proposition de résolution suivante, signée de 69 députés, a été déposée sur le bureau de la Chambre :

PROPOSITION DE RÉSOLUTION

ARTICLE UNIQUE. — La Chambre invite le Gouvernement à mettre à l'enquête, prescrite par le titre I^{er} de la loi du 31 mai 1841, le projet de canal de Paris à Rouen, présenté par la Société d'études de Paris port de mer.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 3 mars 1890.

Physique. — 1° *Sur la localisation des franges d'interférence produites par les miroirs de Fresnel.* Note de M. Charles FABRY, présentée par M. Lippmann;

2° *Recherches sur la dispersion des dissolutions aqueuses.* Note de MM. Ph. BARBIER et L. ROUX, présentée par M. Friedel.

MM. Ph. Barbier et L. Roux présentent à l'Académie quelques-uns des résultats obtenus dans leurs recherches sur le pouvoir dispersif des dissolutions aqueuses. Ils rappellent tout d'abord qu'ils prennent le coefficient B de la formule de Cauchy réduite à deux termes, comme expression du pouvoir dispersif, et qu'ils représentent le pouvoir dispersif spécifique par le rapport $\frac{B}{d}$, d étant la densité de la dissolution à la température de l'observation.

L'étude de la variation du pouvoir dispersif avec la concentration, faite à l'aide d'un grand nombre d'expériences et sur des substances très diverses, a montré que le pouvoir dispersif des solutions aqueuses est une fonction simple de la concentration. Les auteurs ont mis ce résultat en évidence par un tableau très détaillé joint à leur note.

L'examen des courbes tracées à l'aide des nombres donnés par les expériences, donne pour B des valeurs qui s'écartent très peu des valeurs observées; et à partir d'une certaine concentration, jusqu'à la limite de solubilité, l'excès du pouvoir dispersif B sur le pouvoir dispersif de l'eau est proportionnel à la quantité dissoute.

L'étude de la variation du pouvoir dispersif spécifique avec la concentration a fourni aux auteurs les résultats suivants :

1° La valeur du rapport $\frac{B}{d}$ varie très peu avec la concentration ;

2° La valeur moyenne de ce rapport paraît à peu près constante pour les différents corps mis en expérience.

Chimie. — 1° *Sur la densité de vapeur des chlorures de sélénium.* Note de M. C. CHABRIÉ, présentée par M. Friedel.

M. Chabrié présente d'abord à l'Académie la préparation du tétrachlorure de sélénium pur, qu'il obtient par le même procédé que celui dont s'est servi M. Friedel pour faire cristalliser le chlorure d'aluminium en magnifiques cristaux.

Il a pris la densité de vapeur du chlorure SeCl_4 à 360° dans une atmosphère d'azote par la méthode de M. V. Meyer. La densité calculée pour deux volumes serait 1,67; pour quatre volumes elle serait 3,84. Les essais ont donné à deux reprises différentes la densité de 3,86.

Poursuivant ses expériences, l'auteur a trouvé pour la densité de vapeur de Se_2Cl_6 à 360° les chiffres de 7,74 et 8,19, alors que la densité calculée est de 7,95.

2° *Sur quelques dérivés de l'érythrite.* Note de MM. E. GRIMAUZ et Ch. CLOEZ.

Parmi les dérivés de l'érythrite, les auteurs ont étudié dans cette note l'hydrofurane au point de vue de sa constitution, qui n'est pas encore bien établie, et le mécanisme par lequel ce produit dérive de l'érythrite.

Ils ont ensuite étudié les bromhydrines de l'érythrite. La théorie fixe au nombre de quatre les dibromhydrines dérivées de l'érythrite. MM. Grimaux et Cloez ont obtenu l'une d'elles, le bromure d'érythrole, et ont reproduit celle découverte par M. Champion.

3° *Dérivés de l'heptaméthylène.* Note de M. MARKOWNIKOFF.

Électricité. — *Sur l'aimantation transversale des conducteurs magnétiques.* Note de M. Paul JANET, présentée par M. Poincaré.

Agriculture. — *Influence des feuilles et de la lumière sur le développement des tubercules de la pomme de terre.* Note de M. PAGNOUL, présentée par M. Th. Schlœsing.

Six tubercules de la variété Richters imperator ont été choisis, de même poids et de même forme, et plantés le 29 avril dans six vases en grès contenant 30 kilogr. de la même terre. Un mois plus tard, les

six plantes présentaient le même aspect et étaient bien développées.

Les trois premières furent destinées à rechercher l'influence de l'effeuillage. La première a été effeuillée complètement dans le cours du mois de juin, la seconde n'a été effeuillée que sur la moitié de son étendue, enfin la troisième a été laissée intacte. A la récolte, la première a donné 610 grammes de tubercules, la seconde 960 grammes et la troisième 1 000 grammes. L'effeuillage avait donc arrêté le développement des tubercules.

Les trois autres plantes, destinées à rechercher l'influence de la lumière, furent recouvertes à la fin du mois de mai, la première d'une cloche en verre transparent, la seconde d'une cloche en verre violet et la troisième d'une cloche en verre noir. Les résultats furent les suivants :

La première plante fournit 610 grammes de tubercules et 27,68 % de matière sèche ;

La seconde, 420 grammes de tubercules avec 22,28 % de matière sèche ;

La troisième, 210 grammes de tubercules avec 20,94 % de matière sèche.

Ces expériences viennent à l'appui des idées émises par M. Aimé Girard, qui explique la formation de la fécule en admettant qu'elle a pour origine la saccharose sécrétée par les feuilles, sous l'influence de la lumière.

Séance du 10 mars 1890.

Physique. — *Sur les accroissements moléculaires de dispersion des solutions salines.* Note de MM. Ph. BARBIER et L. ROUX, présentée par M. Friedel.

MM. Barbier et Roux ont calculé la valeur de l'accroissement moléculaire de dispersion, pour un certain nombre de chlorure, et ils l'ont trouvé sensiblement constant égal à 0,020 pour les chlorures de la forme MCl.

Pour les chlorures du type MCl_2 , cet accroissement, quoique moins constant que dans le cas précédent, s'écarte cependant assez peu d'une valeur moyenne de 0,044.

Il résulte de ces recherches et de celles présentées dans la séance précédente, qu'il existe des relations simples entre le pouvoir dispersif des solutions aqueuses, les poids moléculaires et le type chimique des sels dissous.

Chimie. — 1° *Sur les combinaisons du gaz hydrogène phosphoré et du gaz ammoniac avec le chlorure de bore et le sesquichlorure de silicium.* Note de M. A. BESSON, présentée par M. Troost.

M. A. Besson décrit dans une note antérieure, une combinaison du fluorure de bore avec l'hydrogène phosphoré gazeux. Le chlorure de bore BoCl_3 se combine directement avec l'hydrogène phosphoré à une température inférieure à + 20°, ainsi que le montre l'auteur dans cette note. Le corps obtenu a pour formule $\text{BoCl}_3 \cdot \text{PH}_3$.

Le sesquichlorure également étudié par M. Besson, se combine directement avec le gaz ammoniac sec et donne un corps solide blanc, qui n'abandonne de son gaz qu'à une température supérieure à 100°; sa composition a pour formule $\text{Si}_2\text{Cl}_6 \cdot 5\text{AzH}_3$.

2° *Sur le dosage des éléments halogènes libres et la détermination des iodures en présence du chlore et du brome.* Note de M. P. LEBEAU, présentée par M. Schützenberger.

M. P. Lebeau s'est arrêté pour le dosage des métalloïdes halogènes à un procédé fondé à la fois sur la coloration du sulfure de carbone par l'iode et sur la décoloration du sulfate d'indigo par le brome. Voici comment il opère :

Dans un flacon de 200 centimètres cubes environ, on introduit 30 à 40 centimètres cubes de sulfure de carbone et autant d'eau distillée, puis un volume connu de la solution iodurée à essayer. Le tout est additionné de quelques gouttes de sulfate d'indigo. On verse alors, avec une burette à robinet de verre, de l'eau de brome titrée et l'on agite vivement. L'iode mis en liberté se dissout dans le sulfure de carbone qui devient violet, et la liqueur surfatée reste bleue, jusqu'à ce qu'une goutte d'eau de brome en excès décolore le sulfate indigotique. Le terme de la réaction est indiqué avec une grande netteté.

L'auteur recommande de vérifier avant chaque essai le titre de la liqueur de brome, ce dernier, en raison de sa volatilité, pouvant faire varier ce titre d'un moment à l'autre.

Lorsqu'il s'agit de doser les métalloïdes, chlore, brome et iode, qui peuvent se trouver en solution, M. Lebeau les transforme en sels de zinc correspon-

dants et ramène leur dosage à un titrage par la liqueur d'argent. A cet effet, on introduit dans un flacon bouché à l'émeri la solution contenant le métalloïde libre, l'eau de brome, par exemple, et on l'additionne de quelques grammes de poudre de zinc pur. Presque aussitôt le métalloïde disparaît formant du bromure de zinc neutre, et l'on peut faire le titrage à la liqueur d'argent, en se servant de l'indice bien connu, au chromate neutre de potassium.

3° *Sur la formation de l'hyposulfite de plomb.* Note de J. FOGH, présentée par M. Berthelot.

4° *Décomposition de l'hyposulfite de plomb par la chaleur. Trithionate de plomb.* Note de M. J. FOGH, présentée par M. Berthelot.

5° *Dosage volumétrique du tannin.* Note de M. E. GUENEZ.

Après avoir énuméré les réactions sur lesquelles l'auteur a basé sa méthode de dosage volumétrique du tannin, il donne la manière de procéder à ce dosage qui est la suivante :

On prépare d'abord une solution formée de 12 grammes d'émétique, 1 gramme de vert Poirier 4JE et 1 litre d'eau distillée. On fait dissoudre séparément l'émétique et la matière colorante; on mélange ensuite les deux solutions et on filtre.

Le titrage de la liqueur ci-dessus se fait au moyen d'une solution de tannin à l'éther parfaitement pur et séché dans le vide sur l'acide sulfurique. On fait une solution contenant pour 1 litre 5 ou 6 grammes de tannin et l'on y ajoute un peu de thymol pour empêcher les moisissures.

On remplit, avec la solution de tannin, une burette graduée à robinet; d'autre part, on place dans un tube de verre de 0^m 035 de diamètre 20 centimètres cubes de la solution colorée d'émétique et un égal volume d'eau distillée. On porte à l'ébullition le liquide coloré, puis on y fait tomber, au moyen de la burette, la solution de tannin, jusqu'à décoloration complète du liquide, qu'il faut avoir soin de faire bouillir de nouveau après chaque addition de tannin. Il se forme, dans ces conditions, un précipité vert floconneux qui se rassemble facilement et permet de suivre la décoloration du liquide. Quand la décoloration est complète, on lit sur la burette le volume de la solution tannique et l'on fixe le titre de la solution d'émétique.

6° *Dosage de l'acétone dans l'alcool méthylique et dans les méthylènes de dénaturation.* Note de M. LEO VIGNON;

Mathématiques. — 1° *Sur la formule de Stirling.* Note de M. E. ROUCHÉ.

2° *Sur les surfaces réglées qui passent par une courbe donnée.* Note de M. CH. BICHE, présentée par M. Darboux.

G. PETIT,
Ingénieur Civil.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

des Habitations à bon marché.

L'Assemblée générale de la Société française des Habitations à bon marché a procédé à l'élection de son Conseil d'administration dans sa séance du 1^{er} mars.

Les vingt-quatre membres nommés sont : MM. Aynard, Blech, Bourdeix, Emile Cacheux, Chabrol, Cheysson, de Crisenoy, Denormandie, Fanien, Lallance, Ledoux, Charles Lucas, D^r A.-J. Martin, D^r du Mesnil, Georges Picot, Ad. Puaux, Fleury-Ravarin, Raffalovich, Charles Robert, D^r Rochard, Antony Roulliet, Rostand, Jules Siegfried et Emile Trélat.

Ce Conseil s'est réuni au siège de la Société, 15, rue de la Ville-l'Evêque, et a élu : *Président* : M. Jules Siegfried; *Vice-Présidents* : MM. Georges Picot et Cheysson; *Secrétaire général* : M. Antony Roulliet; *Tresorier* : M. Charles Robert.

BIBLIOGRAPHIE

L'Argus de la Presse met à la disposition de nos lecteurs, au prix réduit de 0 fr. 30, une petite brochure in-18, tirage en deux couleurs, donnant un verset de la Bible traduit en 267 langues. Ecrire au directeur-fondateur de l'Argus de la Presse, 157, rue Montmartre, Paris.

Pour tous les articles non signés,

L^r Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Chemins de fer : Les chemins de fer au Mexique, p. 433 ; JAMES GROSCLAUDE. — Métallurgie : Congrès international des chemins de fer. Les rails d'acier, p. 437 ; F. VALTON ; — Congrès international des procédés de construction. Les fers fondus et les aciers, p. 438. — Physique industrielle : Recherches sur le pouvoir lubrifiant des huiles de graissage entreprises par le service central du matériel et de la traction de la C^{ie} des chemins de fer de l'Est (planche XXXVIII), p. 439 ; G.-A. RENEL ; — La ventilation des wagons, p. 442 ; HENRI MAMY ; — Nouvel appareil pour le séchage des explosifs, p. 443 ; FORIS. — Études économiques : La législation internationale du travail, p. 444 ; — La question des traités de com-

merce, p. 445 ; ÉMILE BERT. — Études et travaux parlementaires : Les lois d'affaires, p. 446 ; G. LATOUCHE. — Informations : La conservation des Palais du Champ de Mars, p. 447 ; — Réouverture de la Tour de 300 mètres, p. 447 ; — Les musées industriels, p. 447 ; — Bateau-pompe à incendie, p. 447 ; — Projet de pont sur le Bosphore, p. 447 ; — Congrès d'hygiène et de sauvetage de Toulon, p. 447.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société chimique de Paris, séances des 24 janvier et 7 février 1890, p. 448.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 448.

Planche XXXVIII : Machine à essayer les huiles, modèle 1885, de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

CHEMINS DE FER

LES CHEMINS DE FER AU MEXIQUE

Depuis quelques années, le Mexique a vu son réseau de voies ferrées s'accroître dans des proportions considérables, comme on peut

	Mètres.
Longueur des chemins de fer en exploitation au 31 décembre 1885.	6.009.147
— — — — — 1886.	6.086.166
— — — — — 1887.	6.606.926
— — — — — 1888.	7.506.000

On le voit, d'après les chiffres qui précèdent, c'est surtout de 1880

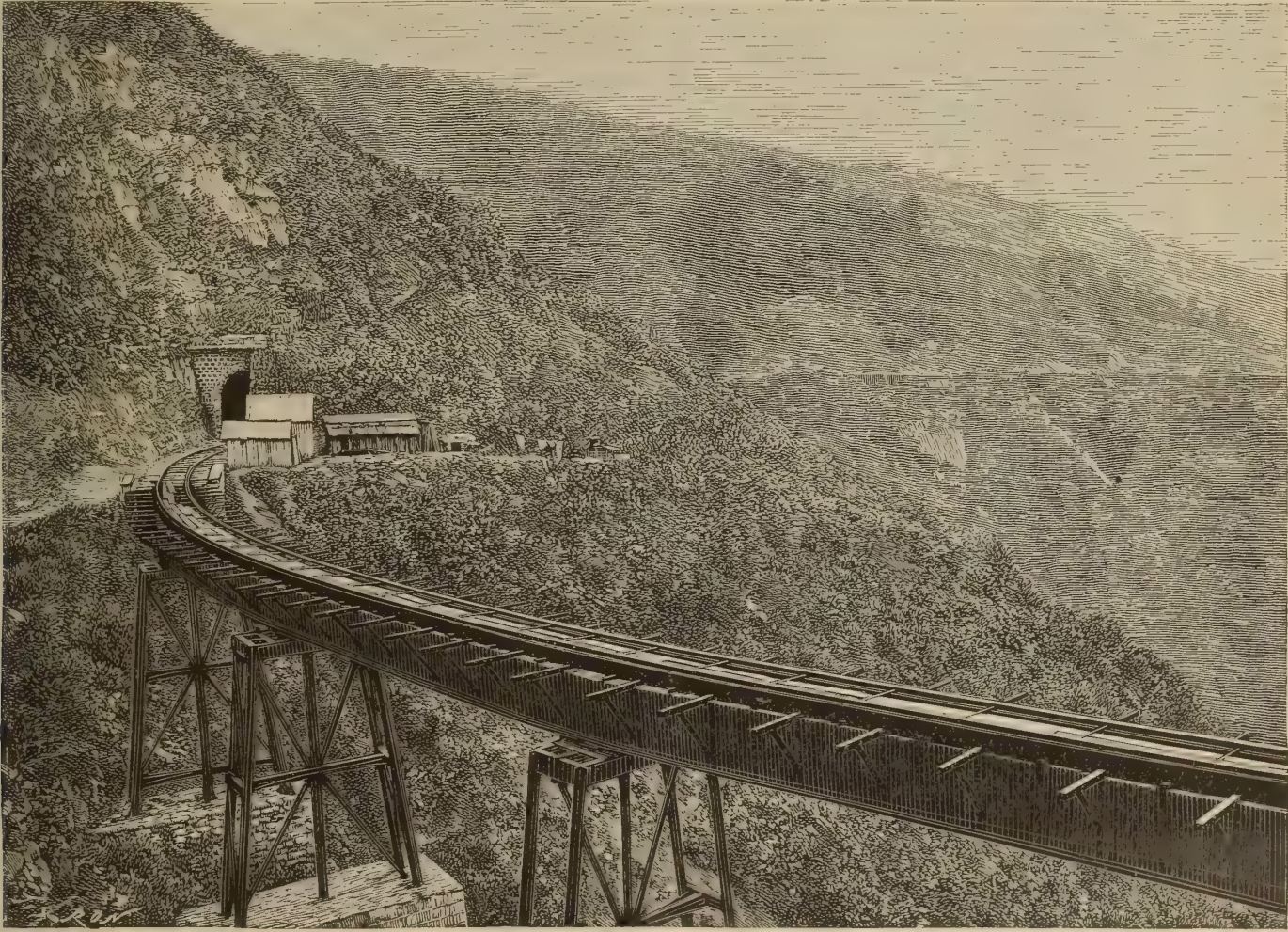


FIG. 4. — Viaduc de Wimmer, sur la ligne de Mexico à Vera-Cruz.

en juger par le tableau suivant, extrait des documents publiés par le ministère du Fomento (Travaux publics) :

	Mètres.
Longueur des chemins de fer en exploitation au 31 décembre 1873.	574.948
— — — — — 1874.	583.628
— — — — — 1875.	655.408
— — — — — 1876.	659.553
— — — — — 1877.	672.371
— — — — — 1878.	734.708
— — — — — 1879.	885.927
— — — — — 1880.	1.087.577
— — — — — 1881.	1.771.368
— — — — — 1882.	3.386.474
— — — — — 1883.	5.378.157
— — — — — 1884.	5.890.677

à 1884, c'est-à-dire sous l'administration du général Gonzalez, que l'engouement pour les entreprises de chemins de fer atteignit son apogée. Ce fait s'explique par la facilité avec laquelle le Gouvernement accordait les concessions, presque toutes subventionnées d'une façon si libérale, qu'il en résulta, en 1885, au second avènement au pouvoir du général Porfirio Diaz, une crise financière qui nécessita la suspension du paiement des subventions ; aussi les travaux de la plupart des lignes en construction furent-ils arrêtés jusqu'à la fin de l'année 1886, époque où les contrats passés avec les concessionnaires ont été révisés sur des bases mieux en rapport avec l'état du Trésor.

Le Gouvernement du général Gonzalez a certainement fait preuve, à l'égard des Sociétés de construction de chemins de fer, d'une prodigalité que les conditions financières du Mexique ne semblaient pas autoriser, mais il est juste de reconnaître qu'il a agi dans un but

patriotique, comprenant que le développement des chemins de fer devait être l'axe, des progrès matériels d'un pays dont l'exploitation des richesses naturelles était rendue impossible par l'absence de routes et de voies navigables. De fortes subventions étaient donc indispensables, car les capitaux engagés dans la construction des chemins de fer risquaient de demeurer longtemps improductifs, dans une contrée dont la situation topographique est particulièrement défavorable, où l'industrie est encore dans l'enfance, où le combustible fait presque défaut, et qui, pour une superficie de 1 950 000 kilomètres carrés, ne compte que 11 millions d'habitants, dont 7 millions d'Indiens misérables, inactifs et complètement indifférents aux choses de la civilisation moderne.

L'énergie du général Diaz étant venue à bout des embarras financiers qui avaient un instant arrêté leur marche, les travaux de chemins de fer ont été repris avec une étonnante activité, et le réseau doit atteindre cette année un développement de 10 000 kilomètres.

Nous nous proposons de donner quelques renseignements sur les principales lignes en exploitation ou en construction, en nous arrêtant toutefois davantage sur celle de Mexico à Vera-Cruz, la première établie au Mexique, qui, par l'audace de son tracé et l'importance de son trafic, mérite une mention spéciale.

D'après les Annales du Ministère des Travaux publics du Mexique, il y avait, à la fin de l'année 1888, 47 lignes en exploitation (chemins de fer urbains et tramways non compris), représentant un développement de 7 155 kilomètres. Voici l'énumération de ces lignes avec la longueur de chacune d'elles :

Résumé des lignes actuellement en exploitation au Mexique.		Kilo-
		mètres.
1.	Chemin de fer mexicain de Mexico à Vera-Cruz (voie large).	424
2.	Embranchement de Puebla	47
3.	Chemin de fer de Vera-Cruz à Jalapa	114
4.	— Jalapa à Coatepec	15
5.	— Vera-Cruz à Alvarado (voie étroite)	70
6.	— la Esperanza à Tehuacan (voie large)	50
7.	— S. Andres Station à Chalchicomula	10
8.	— Puebla à San Juan de los Llanos (voie étroite)	93
9.	— Puebla à San Martin	37
10.	— Puebla à Matamoros de Izúcar	46
11.	— Santa Ana à Tlaxcala (voie large)	8
12.	— Hidalgo — De Irolo à Pachuca (voie étroite)	60
13.	— Tepa à Santa Mariá à Tulancingo	12
14.	— Interoceanico, ligne de Morelos (voie large)	161
15.	— — ligne de Calpulalpan	121
16.	— de Thalmanalco (voie étroite)	20
17.	— Central, de Mexico à Paso del Norte (voie large)	1 971
18.	— de Silao à Guanajuato (embranchement)	23
19.	— de Tampico au Salto	165
20.	— de Irapuato à Guadalajara (voie large)	260
21.	— de Aguascalientes à Salinas	95
22.	— de San Blas à Huaristamba	25
23.	— de Sonora, de Guaymas à Nogales	422
24.	— Internacional mexicano de Piedras-Negras au Torreon (voie large)	616
25.	— de Sabinas à S. Felipe (embranchement)	17
26.	— National mexicain, de Mexico à Nuevo-Laredo (voie étroite)	1 348
27.	— Ligne du Salto	67
28.	— de Patzcuaro	154
29.	— du Nord, Matamoros à S. Miguel	120
30.	— de Zacatecas à Guadalupe	6
31.	— du Manzanillo à l'Armeria	47
32.	— de Merida à Progreso (voie large)	36
33.	— de Merida à Valladolid (voie étroite)	46
34.	— de Conkal à Progreso (embranchement)	27
35.	— de Merida à Calkini	46
36.	— de Merida à Peto	63
37.	— de Merida à Izamal et Sotuta	37
38.	— de Campeche à Calkini	45
39.	— de Campeche à Lerma	6
40.	— de Toluca à S. Juan de las Huertas	13
41.	— de Teoloyuca à San Agustin	27
42.	— de Culiacan à Altata (voie large)	62
43.	— de Orizaba à l'Ingenio	5
44.	— de Tehuantepec (région du Sud)	61
45.	— — (région du Nord)	47
46.	— de Cardenas au rio Grijalva (voie étroite)	7
47.	— de San Juan Bautista à Tamulté	3
48.	— urbains et tramways	351
TOTAL		7 506

Chemin de fer central. — Le premier décret pour la construction d'une voie ferrée partant de Mexico et se dirigeant vers le Nord, fut rendu en 1857, par le général Ignacio Comonfort, Président de la République. Il autorisait la formation d'une Compagnie au capital de \$ 3 millions, divisé en 300 000 actions, de \$ 10 chacune. La formation de cette Compagnie n'ayant pas abouti, les choses restèrent en l'état jusqu'à l'année 1874, où fut approuvé par le Congrès le contrat passé entre le pouvoir exécutif et MM. Sebastian Camacho, Antonio Mendizabal et C^{ie}, pour la construction d'un chemin de fer reliant

Mexico à la ville de Leon, dans l'État de Guanajuato. Mais, en 1876, cette Compagnie fut déchuée de ses droits, pour ne s'être pas conformée aux conditions stipulées dans l'acte de concession, laquelle fut transmise le 21 février 1880, avec quelques modifications, à MM. Robert Symon et C^{ie}, de Boston. Cette nouvelle Compagnie, possédant tous les moyens d'exécution nécessaires, obtint du Gouvernement l'autorisation d'établir une première ligne à voie large (1^m 435), qui reliait la capitale à la frontière des États-Unis, et une seconde, également à voie large, qui unirait San Luis de Potosi d'un côté avec Tampico, sur le golfe du Mexique, et de l'autre avec San Blas, sur l'Océan Pacifique.

Le chemin de fer de Mexico aux États-Unis, qu'on désigne sous le nom de *Chemin de fer central*, présente un développement de 1 971 kilomètres. Il dessert les villes de Queretaro (30 000 habitants), Léon (50 000 habitants), Aguascalientes (32 000 habitants), Zacatecas (45 000 habitants), Chihuahua (25 000 habitants) et atteint la frontière à Paso del Norte, où il se rattache au *Santa Fé Atkinson Topeka railroad*, au *Texas and Pacific railway* et au *Southern Pacific*.

Les travaux de cette ligne, commencés le 25 mai 1880, furent terminés le 8 mars 1884. On construisit donc environ 1 1/2 kilomètre par jour. Il faut dire qu'il s'agit d'une voie construite à l'américaine, dans une contrée relativement peu accidentée.

D'après les termes de la concession, la ligne fera retour à l'État au bout de 99 ans.

Le Gouvernement mexicain avait accordé à la Compagnie du *Chemin de fer central* une subvention de \$ 15 200 par mille, soit 47 500 francs par kilomètre, qui devait être soldée par un prélèvement de 8 % sur les droits de douane. Le paiement de cette subvention fut suspendu au mois de juillet 1885, par suite de la crise financière, et des négociations entamées pendant l'année 1886 pour obtenir un arrangement nouveau, résultèrent les modifications suivantes :

La Compagnie recevait 3 % des droits d'importation à partir du 1 ^{er} juillet 1886.				
— 1 % — — — — — 1 ^{er} janvier 1887.				
— 2 % — — — — — 1 ^{er} juillet 1887.				
— 3 % — — — — — 1 ^{er} janvier 1888.				

en augmentant ainsi de 1 % à chaque semestre suivant, jusqu'à ce que les 8 % primitifs fussent atteints.

Par le Chemin de fer central :

La distance de Mexico à New-York est de 6.105 ^k parcourus en 189 heures.				
— — Chicago	4.637	—	143	—
— — Saint-Louis	4.156	—	123	—
— — New-Orléans	3.914	—	120	—

Le tarif par kilomètre est de 0^e 162 en 1^{re} classe.

— — — — — 0 108 en 2 ^e —	
— — — — — 0 081 en 3 ^e —	

Les voyageurs de 1^{re} classe ont seuls le droit d'occuper les « Pullmann cars » de jour et de nuit, moyennant un supplément de \$ 9 par lit ou de \$ 34 par salon privé, de Mexico à Paso del Norte.

La Compagnie effectue le transport gratuit de 15 kilogr. de bagages, si le billet a été pris en un point du réseau mexicain pour un autre point de ce même réseau. Si le billet a été pris aux États-Unis ou pour les États-Unis, le transport gratuit de bagages est de 70 kilogr.

Voici quels ont été, de 1884 à 1887, le mouvement et les produits des voyageurs et des marchandises :

Années.	Nombre de voyageurs.	Produit des voyageurs.	Nombre de tonnes transportées.	Produit des marchandises.	Produit total.
1884	514.009	\$ 1.098.007	276.817	\$ 2.495.530	\$ 3.593.537
1885	512.271	1.099.463	213.479	2.249.304	3.348.767
1886	523.896	1.168.750	245.398	2.511.028	3.679.778
1887	601.392	1.235.284	346.898	3.458.006	4.693.290

Jusqu'ici l'exploitation de cette ligne n'a pas justifié les espérances de ceux qui l'ont construite. Cet insuccès est dû d'une part à l'impossibilité où s'est trouvé le Gouvernement mexicain de remplir ses engagements en ce qui concerne le paiement de la subvention, et de l'autre à l'insuffisance du trafic. Ce chemin de fer traverse bien, dans sa partie Sud, un pays riche en mines et très agricole, et réunit plusieurs grands centres de population, mais dans sa partie Nord, au contraire, il parcourt des régions désertes et stériles. Les concessionnaires ont certainement fait preuve d'imprévoyance en supposant qu'une voie ferrée établie dans une contrée hispano-américaine pourrait, comme cela s'est produit aux États-Unis, donner naissance d'elle-même à un trafic assez rémunérateur pour une entreprise aussi importante.

Chemin de fer national. — Le *Chemin de fer national* se compose de deux tronçons. Le premier part de Mexico, et, se dirigeant vers l'Ouest, doit atteindre Manzanillo, port situé sur l'Océan Pacifique, en passant par Toluca et Morelia ; les travaux sont achevés actuellement jusqu'à Patzcuaro, petite ville située à 440 kilomètres de Mexico. Le second tronçon se détache du précédent à Acambaro (entre Morelia et Toluca) et, suivant la direction du Nord, coupe le *Chemin de fer*

central à l'Ouest de Queretaro, passe à San Luis, Salado, Saltillo, Monterey, pour entrer aux États-Unis à Nuevo Laredo, sur le Rio Grande, où il se rattache aux lignes du Texas.

La concession de ce chemin de fer fut accordée le 13 septembre 1880 à la Compagnie *Constructora nacional mexicana*, qui la transmit à la Compagnie américaine du *Chemin de fer national mexicain*, le 12 mai 1881. Suivant les termes de cette concession, la Compagnie recevait une subvention de 7 000 francs par kilomètre de voie construite; elle possédait le droit d'entrer en franchise tout le matériel qui lui était nécessaire et celui d'utiliser gratuitement les matériaux de construction qu'elle trouverait sur les terrains appartenant à l'État; elle était exempte de tout impôt et pouvait exploiter les richesses minérales qui seraient découvertes sur le parcours de la ligne, en se conformant toutefois aux prescriptions de la loi sur les mines. De son côté, le Gouvernement se reconnaissait le droit d'entrer en possession de cette ligne au bout de 99 ans, moyennant l'achat de son matériel et de ses bâtiments.

Une loi du 30 juin 1886 vint modifier les termes de la concession. Cette loi étendit à 40 ans au lieu de 8, à compter du 15 juillet 1886, les limites dans lesquelles la ligne devrait être entièrement terminée; elle réduisit à 250 kilomètres au lieu de 450 la longueur de voie ferrée qui devait être construite dans chaque période de deux années; elle rendit le paiement de la subvention exigible lorsqu'une section

Le coût de construction du *Chemin de fer national* est estimé à 64 000 francs par kilomètre, y compris le matériel roulant.

Il est intéressant de constater l'emploi de la voie étroite sur un réseau de plus de 300 lieues, qui doit donner lieu certainement, bien que les chiffres exacts à ce sujet nous fassent encore défaut, à un trafic très important. Cet emploi trouve d'ailleurs sa justification dans les nombreuses applications qui en ont été faites aux États-Unis.

La Compagnie du *National* est également concessionnaire de la ligne qui relie Matamoros, sur le golfe, à Nuevo Laredo, et dont les travaux sont achevés sur une longueur de 120 kilomètres. Elle s'est rendue acquéreur, en 1881, du tramway entre Zacatecas et les faubourgs de Guadalupe (5 milles), du chemin de fer de Mexico au Salto (41 milles), et de celui de Nuevo Laredo au port de Corpus Christi (161 milles). Enfin elle a été autorisée, en 1883, à établir une ligne de ceinture autour de Mexico.

Voici quelles sont, par la voie du *Chemin de fer national*, les distances de Mexico à quelques milles des États-Unis :

De Mexico à New-York	4 980 kilom.	parcourus en 155 heures
De Mexico à Chicago	3 513	— 109 —
De Mexico à Saint-Louis . . .	3 032	— 94 —
De Mexico à New-Orléans . . .	2 464	— 77 —

Depuis le 27 février de cette année, il y a 3 fois par mois un ser-



FIG. 2. — Carte des chemins de fer du Mexique.

de 25 kilomètres serait achevée; enfin elle autorisa l'établissement de la voie large au gré de la Compagnie.

La Compagnie touche la subvention qui lui est due en prélevant :

$\frac{56}{100}$ % du montant des droits d'importation du 1^{er} juillet 1886 au 1^{er} janvier 1887;

$\frac{73}{100}$ % du montant des droits d'importation du 1^{er} janvier 1887 au 1^{er} juillet 1887;

1 $\frac{1}{2}$ % du montant des droits d'importation du 1^{er} juillet 1887 au 1^{er} janvier 1888.

et en augmentant ainsi successivement de $\frac{3}{4}$ %, tous les semestres, jusqu'au maximum de 6 %, qui sera atteint le 1^{er} janvier 1890.

Le capital de la Compagnie consiste dans les émissions suivantes de bons de \$ 1 000 chacun :

7 500 bons émis le	1 ^{er} avril	1881
5 000 —	14 janvier	1882
1 830 —	3 juin	1882
10 000 —	6 décembre	1883
1 000 —	19 mars	1883
4 000 —	5 septembre	1883
29 330 bons, soit \$ 29 330 000.		

Les travaux de la ligne à voie étroite de Mexico à Nuevo Laredo, commencés le 14 octobre 1880, ont été terminés le 1^{er} novembre 1888. La distance qui sépare ces deux villes est de 1 348 kilomètres.

vice de trains rapides entre Mexico et New-York et *vice versa*. La capitale mexicaine n'est plus qu'à 5 jours de New-York et à 12 ou 13 jours de l'Europe.

Le coût du transport des ports anglais à Mexico ne dépasse pas en moyenne £ 10 à 12 par tonne.

Chemin de fer international. — La Compagnie *Constructora internacional* sollicita, au mois de mai 1881, une concession du gouvernement mexicain pour l'établissement d'une ligne à voie large, non subventionnée, qui partirait de la capitale de la République pour se terminer à la frontière du nord, en un point compris entre Piedras Negras et Laredo.

Cette concession, accordée le 7 juin 1881, fut transmise par la Compagnie *Constructora internacional* à la Compagnie du *Chemin de fer international*. Le contrat stipulait que la ligne nouvelle serait exempte de toutes taxes pendant 50 ans, et qu'aucune ligne rivale, passant à moins de 50 milles, de chaque côté de sa voie, ne recevrait de subvention.

A la fin de l'année 1882, tous les travaux préliminaires étaient achevés. Les terrassements et les ouvrages d'art, commencés du côté de Piedras Negras le 28 novembre de la même année, avancèrent avec une très grande rapidité. Un premier tronçon de 76 kilomètres était terminé en mai 1883; au mois d'août 1884, on avait déjà construit 258 kilomètres, sans compter une petite ligne de 17 kilomètres qui

va de San Felipe aux houillères de Sabinas; enfin, la ligne complète de Piedras Negras à Torreón, 616 kilomètres, était inaugurée le 1^{er} mars 1888.

Le *Chemin de fer international* part donc de Torreón, station du *Central*, connue autrefois sous le nom de Nazas Siding, et traverse tout l'Etat de Coahuila jusqu'à Piedras Negras, petite ville située sur la rive droite du Rio Bravo. La voie franchit ce fleuve sur un pont en fer de 540 mètres de longueur. Les stations principales sont celles de Hornos, Paila, Jaral, Monclova, Baroteran, Sabinas et Allende.

Cette ligne (Piedras Negras à Torreón), construite par M. Huntington, est souvent désignée sous le nom de *Sunset Route*; elle n'est en réalité qu'un embranchement du *Southern Pacific railway*, qui va de New-Orléans à San-Francisco.

Voici quelles sont, par la voie de Piedras Negras, les distances de Mexico à quelques grandes villes des Etats-Unis :

De Mexico à New-Orléans	Kilom.	2.955
— New-York (via New-Orléans)		5.165
— Chicago		3.976
— Saint-Louis		3.522
— Kansas City		2.514

Le tarif des voyageurs est le suivant :

De Mexico à Torreón par le Central	De Torreón à Piedras Negras et Eagle Pass
1 ^{re} classe \$ 34 75	1 ^{re} classe \$ 25 20
2 ^e — 23 18	2 ^e — 17 11
3 ^e — 17 39	3 ^e — 12 85

M. Huntington songe à prolonger le *Chemin de fer international* jusqu'à Mexico, en acceptant pour la nouvelle concession les mêmes conditions que pour la ligne de Piedras Negras à Torreón. Il est donc probable qu'avant cinq ans une troisième voie directe unira Mexico à la frontière des Etats-Unis.

Mais le premier travail de M. Huntington sera l'achèvement de l'embranchement de Torreón à Durango, qui mettra en communication les charbons de Sabinas avec la fameuse montagne de fer *El Cerro del Mercado* (1). A Durango, l'*International* se bifurquera : une de ses voies ira à Mexico (700 milles), une autre à Mazatlan (250 miles).

Chemin de fer interocéanique. — Le promoteur principal du *Chemin de fer interocéanique*, de Vera-Cruz à Acapulco, a été l'ancien président Gonzalez, qui n'a jamais cessé de lui donner tout son appui. Actuellement, cette ligne, dont la concession fut accordée le 16 avril 1878 à une Compagnie mexicaine, se compose d'une première section à voie large qui part de Mexico, se dirige vers l'est, entre dans les districts produisant le pulque, la boisson nationale, et suivant alors une route un peu plus au sud, passe à Irolo et atteint Calpulalpan, à 121 kilomètres de la capitale. Cette section a été établie moyennant une dépense de 125 000 francs par kilomètre. Les fonds ont été obtenus par l'émission d'obligations souscrites par des capitalistes parisiens. Le fait est à noter, car la presque totalité des chemins de fer mexicains furent construits avec des capitaux anglais et américains.

Le succès de cette première section a encouragé les promoteurs à prolonger la ligne d'Irolo à Perote via Puebla. Les travaux de ce tronçon ont été achevés le 29 juillet dernier; il ne reste plus que 118 milles à construire entre Perote et Vera-Cruz. Lorsque cette dernière partie sera terminée, cette nouvelle ligne de Mexico à Vera-Cruz fera une concurrence considérable au *Mexican railway*, dont nous aurons à nous occuper plus loin.

L'Interocéanique, après l'achèvement de son tronçon sud (Mexico à Acapulco), qui ne va aujourd'hui que jusqu'à Morelos (Morelos railway), pourra concourir avantageusement pour le trafic en transit, comme il le fait déjà pour le trafic local.

La branche orientale du *Chemin de fer interocéanique* commencera donc à Vera-Cruz, où l'on construira un môle et un débarcadère, et traversera les villes de Jalapa, Perote, Puebla, San-Martin et Mexico. La branche du Pacifique partira de Mexico et rejoindra d'abord Amacuzac, en traversant les villes de Ameca, Ozumba, Cuantla, Morelos et Yauatepec. La section de Yauatepec à Amacuzac desservira la riche vallée de Cuernavaca, où se trouvent des sucreries et des distilleries très importantes, des exploitations agricoles de premier ordre, et des mines d'or, d'argent et de cinabre réputées fort riches.

D'après l'acte de concession, la durée de l'exploitation par la Compagnie sera de 99 ans à compter du mois de février 1883; cette période écoulée, le *Chemin de fer interocéanique* reviendra de droit à l'Etat, à la condition que ce dernier se constitue débiteur jusqu'à concurrence de \$ 10 000 par kilomètre productif de 6 % d'intérêt

(1) Cette montagne de fer fut découverte en 1552 par Ginez Vasquez del Mercado. Elle s'élève solitaire au milieu d'une plaine immense, près de Durango, et sa masse noire forme un contraste pittoresque avec la blancheur des maisons et la verdure des bois et des jardins environnants. Son homogénéité est telle qu'Alexandre de Humboldt la prit pour un colossal aérolithe. Elle mesure 206 mètres de haut, 4 600 mètres de long et 760 mètres de large environ. Mise en œuvre, elle pourrait fournir 45 000 000 de tonnes de minerai par an. Jusqu'à présent, on peut dire qu'elle n'a jamais été exploitée d'une façon sérieuse. Cependant, il paraît qu'une Société américaine vient d'installer récemment, au pied du Cerro del Mercado, des forges et aciéries très importantes, munies du matériel le plus perfectionné.

par an jusqu'au remboursement. L'Etat devra naturellement faire l'achat du matériel de la Compagnie.

Pour relier la partie du réseau à construire avec le port d'Acapulco, mettant ainsi Mexico à la distance d'une journée de voyage de l'Océan Pacifique, il faudra continuer la ligne sur une longueur de 210 milles environ. L'achèvement de la section d'Amacuzac à Acapulco, qui établira une complète communication interocéanique entre le Golfe et le Pacifique, est facultatif pour la Compagnie; elle peut exercer son option jusqu'au 5 mai 1890.

Avant la formation des Etats-Unis du Nord et leur prodigieux développement, l'antique cité d'Acapulco était le siège du commerce entre le Mexique et les Indes Orientales. Tous les ans, plusieurs galions partaient de ce point pour les Indes, et à leur retour, une foire se tenait pour la vente des marchandises, dont une grande partie, transportée à dos de mulets, gagnait Mexico, puis Vera-Cruz, où l'on chargeait les navires en partance pour l'Espagne. Quand le *Chemin de fer interocéanique* sera terminé, peut-être Acapulco retrouvera-t-il son ancienne splendeur, car, une fois relié à la capitale, ce port deviendra certainement plus important, la voie ferrée devant ouvrir un large champ aux exploitations de mines si abondantes dans l'état de Guerrero. En tout cas, une ligne interocéanique présente un grand intérêt au point de vue stratégique et c'est pourquoi le gouvernement mexicain voudrait la voir se construire le plus rapidement possible.

Chemin de fer mexicain du Sud (Mexican Southern Railway). — Une Compagnie créée au capital de £ 1 000 000 vient de se former à Londres, dans le but de construire un chemin de fer à voie étroite, allant de Puebla à Oaxaca, mais qu'on poursuivra plus loin très probablement, et qui doit établir une communication directe entre les Etats du Sud du Mexique et le port de Vera-Cruz. Cette ligne, qui se reliera à l'*Interocéanique* et au *National*, aura une longueur totale de 249 milles; elle se divisera en trois sections: la première de Puebla à Tehuacan, la deuxième de Tehuacan à Tecomavaca, la troisième de Tecomavaca à Oaxaca.

Les dépenses de la construction des deux premières sections, soit 139 milles, sont couvertes par une émission de £ 500 000 en actions privilégiées et £ 600 000 en obligations privilégiées, qui a été faite récemment avec succès par une maison de banque de Londres. Les fonds nécessaires au parachèvement de la ligne seront appelés par une émission ultérieure.

Le gouvernement mexicain a accordé à la Compagnie en question une subvention annuelle de £ 80 640 pour une durée de 15 ans.

Chemin de fer de l'isthme de Tehuantepec. — L'isthme de Tehuantepec, dont les conditions topographiques sont relativement faciles, a depuis longtemps attiré l'attention comme devant offrir de grands avantages pour l'établissement d'une communication interocéanique, soit à l'aide d'un canal, d'une voie ferrée, ou même d'un chemin de fer pour le transport des navires. Le gouvernement mexicain accorda une première concession en 1841 à Don José de Garay, qui avait étudié la configuration du terrain dans le but de creuser un canal, mais qui, après la guerre avec les Etats-Unis, transmit ses droits à M. P. Argous de New-York. La Compagnie qui fut organisée alors pour exploiter la concession de Garay, fit de nouvelles études qui la conduisirent à l'adoption d'un projet de chemin de fer dont les travaux devaient commencer en 1851, sous la direction du général J. G. Barnard. Mais ce projet, comme un autre du colonel W. Sidell en 1837, ne furent pas suivis d'exécution.

La *Tehuantepec Railway Co*, formée en 1870 à New-York et réorganisée en 1879, obtint du gouvernement mexicain une concession pour construire un chemin de fer à travers l'isthme. Les travaux étaient achevés sur une longueur de quelques milles, lorsque les fièvres ayant décimé le personnel, on dut les abandonner.

En 1882, le gouvernement traita avec des Mexicains pour l'achèvement de la ligne, qui doit avoir 306 kilomètres, et partir de l'embouchure de la rivière de Goatzacoalcas sur l'Atlantique pour aboutir au port de Salina Cruz sur le Pacifique. Ces nouveaux concessionnaires ont construit quelques kilomètres de voie au nord (47 kilomètres) et au sud (61 kilomètres) de l'isthme, mais, faute de ressources, ils ont suspendu leurs travaux depuis longtemps déjà.

En dehors des lignes que nous venons d'indiquer et de celle que nous allons étudier plus particulièrement, nous devons signaler le *Chemin de fer de Sonora* (422 kilomètres), qui traverse une région excessivement riche en mines d'or, d'argent et de cuivre; le réseau qui sillonne la fertile presqu'île du Yucatan (306 kilomètres dont 270 à voie étroite); enfin le *Chemin de fer de la côte du Pacifique* (Pacific Coast Railway, 3 060 kilomètres) dont les travaux ont été entrepris tout récemment.

JAMES GROSCLAUDE,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

MÉTALLURGIE

CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

Les rails d'acier.

Parmi les nombreux Congrès internationaux qui ont attiré à Paris, l'année dernière, l'élite des savants et des ingénieurs du monde entier, celui qui avait pour objet les questions relatives aux chemins de fer a été, sans aucun doute, un des plus suivis et des plus intéressants. Le sujet avait, en effet, plus que tout autre, le caractère international; les mesquines questions de concurrence et de clocher n'existent pas pour cette industrie, dont les progrès profitent à tous; aussi, est-ce avec la plus grande libéralité que chacun a apporté à ce Congrès des documents variés sur les questions qui se rattachent à l'établissement et à l'exploitation des voies ferrées.

Entre autres objets soumis à ses études, le Congrès avait à décider quelle est la qualité de métal que l'on doit préférer pour les rails et le petit matériel des voies, éclisses, selles, crampons, etc. C'est naturellement sur les rails que les documents apportés ont été les plus nombreux et les plus importants, et c'est seulement de ceux-là que nous voulons nous occuper ici. La fabrication des rails joue un rôle prépondérant dans la métallurgie du fer; la nature du métal à produire intéresse donc tout particulièrement ceux qui s'occupent de cette grande industrie.

Il est presque inutile de faire remarquer que nous ne voulons parler que des rails d'acier. Depuis que le prix de l'acier est tombé au point où nous le voyons aujourd'hui, il ne peut plus être question de rails en fer soudé; l'acier puddlé, l'acier cémenté ont eux-mêmes disparu pour laisser la place au métal obtenu par fusion, soit à l'appareil Bessemer, soit au four Martin, soit enfin, et plus rarement, au creuset.

Ce n'est pas du premier coup, qu'au début des nouvelles fabrications d'acier, les ingénieurs chargés du matériel de la voie dans les différentes Compagnies de chemins de fer, sont arrivés à déterminer les conditions auxquelles devaient répondre les rails, pour offrir la plus grande somme d'avantages. Si, aujourd'hui, les diverses appréciations semblent se rapprocher, si l'écart entre elles diminue, il n'en était pas de même il y a une vingtaine d'années. On n'a jamais mis en doute, en effet, la supériorité de l'acier sur le fer comme résistance à l'usure, mais cette idée de résistance se confondant avec celle de dureté, on y associait trop souvent la crainte d'une fragilité dangereuse, et on a été amené, dans certains cas, à demander, au début, un métal caractérisé surtout par une grande ductilité.

Plus tard, on a presque partout reconnu que les accidents de rupture étaient très rares, qu'ils étaient, en quelque sorte, indépendants de la plus ou moins grande dureté du métal, et on s'est préoccupé davantage de l'usure qui, au point de vue du renouvellement du matériel, présentait le plus grand intérêt.

Un très grand nombre d'études ont été faites sur la durée des rails d'acier et sur les conditions qui sont nuisibles ou favorables à cette durée. Quelques-uns de ces travaux ont été présentés au Congrès par leurs auteurs, d'autres ont été mis à contribution par les membres qui ont pris part aux discussions: nous citerons parmi les uns et les autres ceux de MM. Couart, Hallopeau, Bricka, pour la France; de M. Duddley, en Amérique; de MM. Smith et Williams, en Angleterre; Werchowsky, en Russie; de Brusschère, en Belgique. Il a été réuni ainsi un nombre considérable de renseignements ne concordant pas toujours entre eux, il est vrai, mais dont on peut néanmoins tirer des conclusions générales intéressantes qui font ressortir les tendances actuelles des Ingénieurs de la voie dans les diverses Compagnies de chemins de fer.

Il résulte des renseignements fournis au Congrès, qu'à l'heure actuelle, les différentes administrations de chemins de fer demandent pour rails une qualité de métal caractérisée par les essais à la traction indiqués dans le tableau suivant:

		Charge de rupture par millimètre carré de la section primitive.	Allongement après rupture sur 200 millimètres.
		Kilog. 1.	Pour cent.
France :	Compagnie du Nord	70 à 75	13
—	Compagnie d'Orléans	75 à 80	11
—	Compagnie de l'Est	55 à 60	20
—	Compagnie de l'Ouest	70 à 75	13
—	Compagnie P.-L.-M.	70 à 75	13
—	Compagnie du Midi	80 à 85	8
—	Etat	75 à 80	11
Espagne :	Compagnie du Nord	60 à 65	18 à 22

(1) Il serait à désirer que ces essais fussent faits sur des éprouvettes ayant non seulement la même longueur entre les repères, mais encore les mêmes dimensions transversales. La comparaison ne donne de résultats réellement exacts que sur des barres de même section.

Belgique :	Etat	60 à 70	10 à 15
—	Grand-Central	60 à 70	10 à 15
Autriche :	Nord-Ouest	55 à 60	21
—	Nord Emp. Ferdinand	50	»
—	Etat Autriche-Hongrie	50	»
—	Etat Hongrois	47 à 60	16 à 23
Suède :	Etat	55 à 60	15 à 20
Hollande :	Etat	52 à 65	»
Suisse :	Occidentale-Simplon	60 à 65	18
—	Gothard	60	18
—	Jura-Berne-Lucerne	55	18
Angleterre :	London-Chatham	60 à 65	15 à 20
—	Great-Western	60 à 65	15 à 20
—	Midland	60 à 65	15 à 20
—	South-Eastern	60 à 65	15 à 20
—	North-Eastern	50 à 55	18 à 22
—	London and North-Western	50 à 60	17 à 20
Prusse :	Etat	50	»

En Russie, on a commencé par imposer aux aciéries des épreuves au choc sur des barres amenées à la température de 15 degrés au-dessous de 0°, qui ne pouvaient être supportées que par un métal très doux; l'expérience ayant démontré que cette douceur ne mettait pas la voie à l'abri des accidents et occasionnait des déformations permanentes dangereuses, les cahiers de charges doivent être remaniés après études attentives sur des rails de diverses provenances et de diverses duretés. En tous cas, la tendance actuelle des ingénieurs russes est de demander plus de résistance au métal.

La durée d'un rail est limitée, soit par l'usure régulière dépendant de sa qualité et du trafic qu'il supporte, soit par des circonstances accidentelles. Les documents apportés au Congrès énumèrent ces différentes causes, qui nécessitent, au bout d'un certain temps, le remplacement des rails sur les voies.

Usure. — Dans un rail, qu'il soit à patin ou à double champignon, on peut considérer trois parties: celle qui sert au roulement, celle qui repose sur la traverse ou le coussinet, et l'âme qui relie ces deux parties. Celle-ci ne s'use évidemment que par une lente oxydation dans tous les points où elle est libre; elle subit seulement un frottement au contact des éclisses, qui finissent par s'y imprimer plus ou moins profondément, mais jamais d'une façon dangereuse pour la conservation du rail. On en peut dire autant du patin, qui repose directement sur la traverse ou sur une selle avec ou sans l'intermédiaire d'un feutre; autant encore du second champignon retenu dans le coussinet au moyen de coins en bois ou en métal. Il n'y a à considérer, comme usure devant entraîner le remplacement d'un rail, que celle qui se produit sur le champignon de roulement, et qui a pour cause, en voie normale, le frottement de roulement, en pentes et en rampes, le frottement de glissement résultant du serrage des freins et du patinage des roues avec intervention fréquente de sable qui en augmente l'effet. Il était évident, *a priori*, — et l'étude des différentes sections observées dans les conditions les plus variées le démontre surabondamment, que, — de ce chef, un rail résistera d'autant mieux qu'il sera plus dur.

Sur le réseau P.-L.-M., en palier et en alignement droit, un rail, de la qualité adoptée par la Compagnie et que caractérise une charge de rupture comprise entre 70 et 75 kilogr. par millimètre carré, perd un millimètre de hauteur après le passage de 110 000 trains, ce qui correspond à peu près à 30 millions de tonnes. En rampes, en pentes accentuées et dans les courbes, cette même usure peut être produite après le passage de 33 000 trains. L'état habituel de l'atmosphère, la situation en vallée profonde ou sur les hauteurs, la nature du ballast, son degré de finesse, ont une influence sur la rapidité de l'usure. Dans les tunnels, où règne généralement une humidité continue, l'usure est beaucoup plus rapide; d'après M. Couart, les rails n'y pourraient être maintenus plus de dix à douze ans. Il nous paraît probable que la nature des eaux qui suintent des parois joue un rôle dans cette destruction du métal; certaines eaux acides, sulfureuses ou carbonatées doivent la hâter d'une manière indubitable.

Diverses observations mettent en relief un fait assez singulier: une usure plus rapide au début du travail des rails, la différence pouvant varier du simple au quadruple. On a remarqué en Belgique, par exemple, que des rails qui perdaient leur premier millimètre après le passage de 33 000 trains, n'étaient réduits en hauteur du second millimètre, qu'après un nouveau travail correspondant à 54 000 trains. L'usure du troisième exigeait quelquefois 100 000 trains. Ce fait est d'autant plus bizarre qu'on s'accorde généralement à considérer la surface des barres laminées comme plus dure que les couches intérieures. Il faudrait, selon nous, être bien certain que cette usure est réelle, et correspond assurément à une perte de matière. Il peut, en effet, arriver que, sous le poids des trains, principalement celui des lourdes machines auxquelles on a recours aujourd'hui, sous le frottement répété des roues calées, il se produise un écrasement des parties les plus saillantes des champignons, un déplacement latéral du métal amenant une répartition plus étendue de la charge sans diminution de poids. Il peut encore se produire un resserrement des molécules,

une sorte de tassement, d'écroutissement des couches superficielles avec augmentation de densité et diminution de volume, c'est-à-dire de hauteur. Cette couche écroutie acquiert une dureté plus grande.

En France, on admet qu'en voie normale l'usure d'un millimètre est obtenue après le passage d'un nombre de trains variant de 95 000 à 110 000 (4).

En Angleterre, les observations de ce genre n'ont pas été recueillies en grand nombre; sur le Great-Northern, on atteindrait cette usure après 24 000 trains. Il est juste de dire que le nombre des trains à grande vitesse est plus considérable qu'en France.

En Autriche-Hongrie, l'usure d'un millimètre correspond au passage de 100 000 trains en voie normale; elle peut être produite après 36 000 trains dans les parties en déclivité avec serrage de freins.

En Belgique, cette usure se présente après le parcours de 50 000 trains ou de 100 000, suivant que la voie est située ou non dans un centre industriel, et que le ballast se compose de scories de forges ou de pierres concassées.

Pour cette même usure, les chemins néerlandais admettent 84 000 trains ou 26 millions et demi de tonnes.

L'importance des déclivités joue d'ailleurs un rôle considérable dans cette usure; elle diffère suivant le sens du mouvement, c'est-à-dire suivant que la ligne considérée est en rampe ou en pente. Les chiffres suivants indiquent le nombre de millions de tonnes nécessaires pour produire une usure d'un millimètre dans les deux cas pour des inclinaisons croissantes.

Inclinaisons en millimètre par mètre.	En rampe.	En pente.
de 0 » à 3 »	27 »	27 »
de 3 » à 4 »	33 »	33 »
de 4 » à 5 »	33 »	20 »
de 5 » à 7,5 »	16,2	13,16
de 7,5 » à 10 »	16,4	11,16
de 10 » à 15 »	16,6	3,33
au dessus de 20 »	11 »	2,27

Les deux voies ne s'usent pas, comme on le remarque, de la même manière. Dans une ligne à voie unique, les usures dues à la montée et à la descente ne s'ajoutent pas, mais si la déclivité est très prononcée, elle amène très promptement la destruction du rail.

Enfin, il n'est pas douteux que cette usure ne soit dans certains cas favorisée par le profil même adopté pour le champignon.

La durée des rails ne dépend pas seulement de l'usure produite par le passage des trains; les Ingénieurs des voies doivent compter avec les *détériorations accidentelles*. Ce sont, sans parler des criques plus ou moins apparentes que le contrôle a pu laisser échapper, tantôt des fentes provenant de soufflures superficielles, lesquelles s'ouvrent sous l'effort d'écrasement et de déplacement latéral dont nous avons parlé plus haut, tantôt des déformations permanentes produites, soit verticalement, soit latéralement, par des surcharges trop fortes pour le profil adopté, ou par un excès de douceur dans le métal. Ces deux défauts, qui peuvent acquiescer, dans certains cas, une importance considérable, se rencontrent le plus souvent dans le métal insuffisamment carburé. Ils ont été principalement signalés en Russie où, sous l'empire de craintes de modifications moléculaires résultant d'écarts énormes de température (— 40° à + 50°), on avait imposé des épreuves qu'un métal se rapprochant du fer pouvait seul supporter. Le retour à une qualité de métal plus conforme à celle des rails étrangers, anglais surtout, placés au début, a fait disparaître ces détériorations.

A ce point de vue encore, l'emploi de rails durs est à recommander.

Reste le danger des *ruptures*. Il ne semble pas que dans les voies bien entretenues, pourvues de rails de section en rapport avec le poids du matériel roulant et supportés par un nombre de traverses suffisant, les ruptures soient plus fréquentes avec un métal moyennement dur qu'avec celui dont la ductilité est exagérée, si, toutefois, la *pureté* est égale de part et d'autre. Les rails fragiles ont généralement été ceux qui contenaient une proportion notable de phosphore, accompagnée de la quantité de carbone nécessaire pour assurer la dureté cherchée. Il n'y a rien là de surprenant ni de nouveau.

Toutes ces observations justifient l'emploi, pour la fabrication des rails, d'un métal moyennement dur dont la charge de rupture est comprise entre 50 et 85 kilogr.; pour celle du petit matériel on réserve généralement le fer fondu supportant de 33 à 45 kilogr.

A la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, le métal pour rails est caractérisé par les chiffres suivants :

Limite d'élasticité.	35 kilogr.
Charge de rupture.	70 à 75 kilogr.
Allongement sur 100 millimètres.	12 à 15 %.

C'est là le type que la plupart des Compagnies de chemins de fer françaises paraissent adopter. La Compagnie de l'Est et celle du Midi

s'en écartent peu, l'une restant en dessous comme dureté, l'autre se maintenant au-dessus.

Fabrication. — Un métal de la qualité que nous venons de définir est-il de fabrication facile dans la plupart de nos usines? On semble ne pas hésiter à le croire; on en indique même les moyens. Nous reprocherons, nous, à certains Ingénieurs d'être, à cet égard, un peu trop exclusifs. Il est, sans doute, très commode d'affiner à l'appareil Bessemer acide, des fontes à peu près pures provenant du traitement au haut fourneau de minerais de Bilbao ou d'autres similaires, mais il serait à regretter, pour les Compagnies de chemins de fer elles-mêmes, qu'il n'y eût pas d'autre manière de satisfaire à leurs cahiers des charges. Nous ne sommes pas de ceux qui croient à la proposition aciériste, à la destination providentielle de certains minerais de composition particulière. Pour nous, le fer qui, s'il était possible de l'obtenir industriellement tout à fait pur, ferait le plus détestable des rails, doit la plupart de ses propriétés à la présence de corps étrangers parfaitement connus aujourd'hui. Enlever ceux de ces corps dont la présence est nuisible pour l'emploi qu'on a en vue, laisser ou ajouter ceux qui doivent apporter des qualités nouvelles, souvent indispensables, c'est là la cuisine métallurgique dont la dernière exposition nous a fait entrevoir l'infinité variée. Ces épurations, ces additions favorables sont aujourd'hui entrées dans la pratique.

Les deux principaux ennemis du fer, le soufre et le phosphore, peuvent être éliminés à coup sûr : au prix de quels efforts et de quelle dépense, c'est aux maîtres de forges à le savoir et à le peser; mais il est, il nous semble, imprudent, contraire même aux intérêts des Compagnies de chemins de fer qui ont si largement profité des progrès accomplis dans la fabrication de l'acier, de proscrire définitivement aujourd'hui telle ou telle méthode de fabrication et de ne plus admettre de progrès possibles.

Nul ne peut nier qu'on ne tire des fontes les plus phosphoreuses de la Moselle et du Cleveland des produits doux, des fers fondus, susceptibles de lutter avec ceux provenant des minerais les plus purs; nous ne doutons pas, pour notre part, qu'on n'arrive, sinon aujourd'hui peut-être demain, à produire également avec ces mêmes matières le métal carburé pour rails qui est préféré par les Compagnies de chemins de fer. Si quelques difficultés existent encore pour l'obtention d'un acier régulièrement et hautement carburé, au convertisseur basique, le four Martin-Siemens basique ou neutre fournit dès à présent une solution certaine et, on peut presque l'affirmer aujourd'hui, à peine plus coûteuse. Ajoutons enfin que, pour ces deux procédés, Bessemer et Martin, de nouveaux et prochains progrès ne peuvent être mis en doute.

Nous ne voulons pas citer ici, ni discuter plus longuement, les opinions émises par les membres du Congrès sur la fabrication de l'acier. D'accord avec eux, d'ailleurs, sur un grand nombre de points, nous signalerons seulement ce qu'il y a peut-être d'excessif dans la quantité de corroyage réclamée par l'un des plus compétents d'entre eux. Nous ne croyons pas, pour notre part, qu'il soit réellement utile de faire subir au métal l'énorme travail mécanique que représente le rapport de 22/1 entre la section du lingot et celle du produit fini. Cette réduction de section ne peut avoir que deux effets : 1° faire disparaître les soufflures et les vides dus au retassement; 2° rapprocher les molécules du métal, de manière à lui donner son maximum de densité. Or, le métal coulé sans soufflures, que l'on a simplement recuit pour en modifier la texture, atteint la densité de 7,85 sans aucun travail mécanique, et ce chiffre est à peine dépassé par les aciers soumis au forgeage le plus prolongé; quant aux soufflures et au retassement, les premières sont bien faciles à éviter, surtout dans un métal contenant au moins quatre millièmes de carbone, du silicium et du manganèse, et le second joue un rôle d'autant plus important que la section du lingot est plus forte, en même temps que croît la valeur des incertitudes dans le poids des lingots, celle des chutes, etc. Si bien qu'il est arrivé à telle usine que nous pourrions citer, dont la disposition ne permettait pas le laminage à très grande longueur, d'obtenir une mise au mille plus avantageuse que d'autres ateliers organisés pour la fabrication de barres pouvant fournir 3 ou 4 longueurs de rails.

Ce n'est pas que nous ayons l'intention de condamner cette dernière disposition, mais nous avons voulu simplement indiquer que l'emploi de très gros lingots était inutile au point de vue de la qualité du produit, et qu'il ne fallait pas attribuer à un peu plus ou un peu moins de laminage une importance exagérée.

F. VALTON.

CONGRÈS INTERNATIONAL DES PROCÉDÉS DE CONSTRUCTION Les fers fondus et les aciers.

Nous pensons compléter utilement l'intéressant article de M. Valton, en relatant brièvement l'importante discussion à laquelle a donné lieu, au Congrès international des procédés de construction, tenu à Paris en 1889, la question des fers fondus et des aciers appliqués aux constructions métalliques.

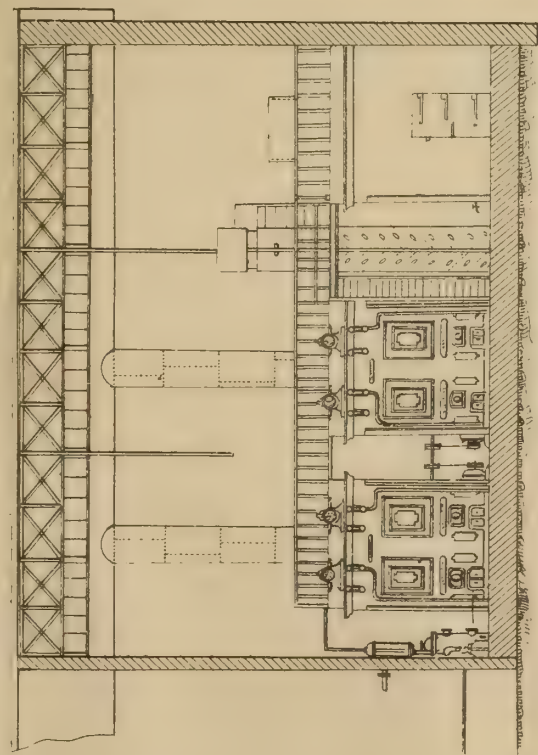
Deux avis différents ont été tout d'abord émis : le premier recom-

(4) Il est généralement convenu qu'on doit remplacer un rail lorsque l'usure dépasse 9 à 10 millimètres en hauteur.

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE ET TRANSPORT DE LA FORCE MOTRICE.

dans les Caves de MM^{rs} Chandon et C^{ie}, Successeurs de Moët et Chandon à Epernay (Marne).

Fig. 4. Coupe CD.

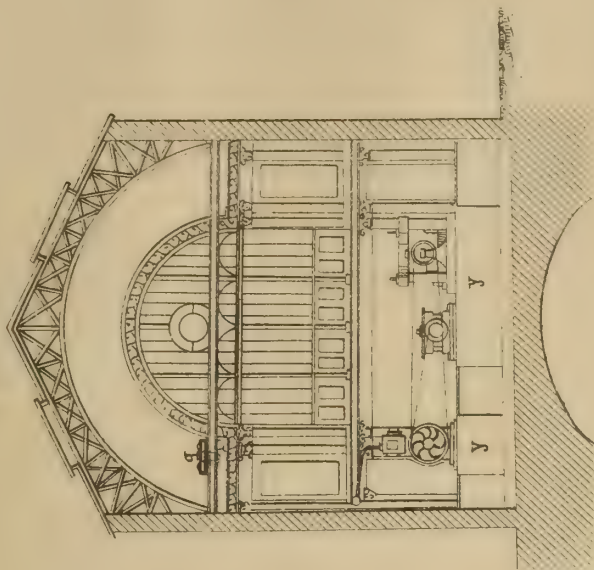


Legende des Fig. 4, 5, 6.

a Chaudières
b Moteurs
c Dynamos à incandescence
cd d' à transport de force et art
e Appareil à équilibre
f Bassin d'eau épure
g Appareil à équilibre
h Moteur des ventilateurs
i Ventilateurs
j Bouteille de purge

m Réchauffeur d'aliment ou
n Collecteur de vapeur
o Cheminées
p Soutie à charbon
q Pont roulant
r Escalier de branchement des circuits sur
s les accumulateurs.
t Tableau des connexions des accumulateurs
u Tableau de pilotage
v Accumulateurs
x Armoire à pièces de rechange
y Massifs asphaltiques

Fig. 5. Coupe AB.



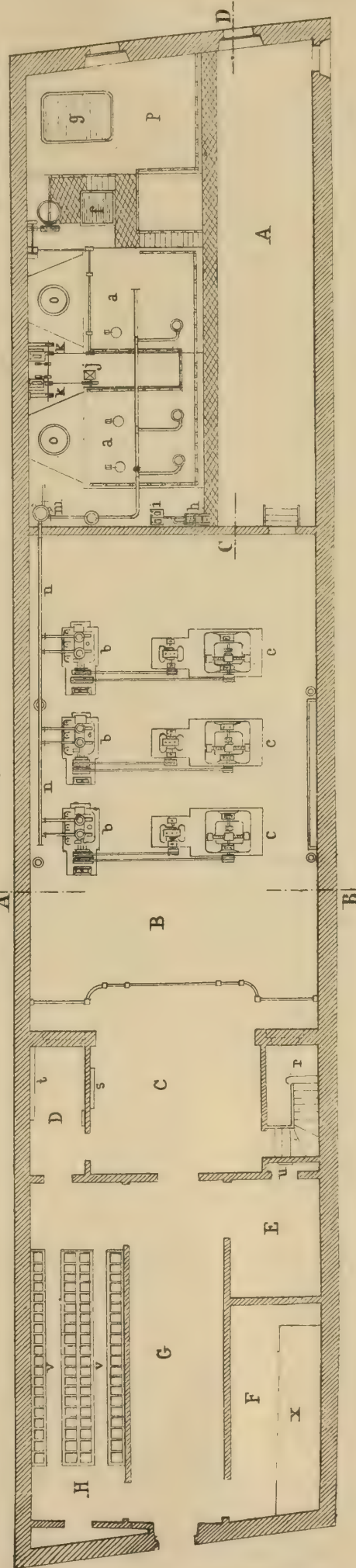
Legende de la Fig. 7.

a Dynamos réceptrices
b Moteurs charges
c Mineuses
d Fondres à fondre le crudi
e Pompes

Legende de la Fig. 6

A Salle des chaudières
B d' machines
C Salon des machines
D Bureau de l'ingénieur
E Magasin à lampes
F Vestibule
H Salle des Accumulateurs

Fig. 6. Plan.



mandant l'emploi de l'acier doux ou fer fondu à faible résistance, dont les propriétés sont bien connues des Ingénieurs, et que l'industrie est à même de fournir d'une façon absolument courante ; le second préconisant l'emploi des aciers durs à grande résistance, destinés à donner dans les ouvrages une notable économie de matière. Après avoir plaidé la cause de l'un et de l'autre métal, les partisans de chacun d'eux se sont finalement rapprochés, en admettant dans la pratique l'usage d'aciers de 50 kilogr. de résistance environ. Il restait à savoir si l'industrie pouvait, à coup sûr et d'une façon régulière, produire ces aciers avec toutes les qualités que la construction métallique est en droit d'exiger d'eux.

La discussion sortait ainsi du domaine de la construction, et c'était à la métallurgie de lever les objections posées contre ce métal, et qu'on a résumées dans les quatre questions suivantes :

1° Peut-on, avec les divers procédés de fabrication, produire couramment et régulièrement des aciers de 45, 50 et 55 kilogr. de résistance ?

2° Quelles sont les limites d'élasticité correspondantes ?

3° Quels sont les allongements correspondants mesurés sur des éprouvettes de 0^m100 et 0^m200 ?

4° Enfin, au point de vue de la fabrication et de la composition chimique, à quoi correspond le rapport de la limite d'élasticité à la résistance ?

Pour répondre à ces différentes questions, M. le Président a fait appel à la compétence de M. H. Rémaury, qui a fourni aux membres du Congrès, des renseignements, au point de vue métallurgique, sur la question des fers fondus et des aciers appliqués à la construction métallique.

M. H. Rémaury avait déjà eu l'occasion, dans une communication faite à la Société des Ingénieurs civils (mai 1888), de mettre en garde les constructeurs contre les irrégularités du fer puddlé, dont le soudage en mises est toujours incertain, et dont il est impossible d'expulser complètement les scories. Il faut recourir à la fusion pour obtenir un métal homogène, plus ou moins pur, plus ou moins dur, et c'est le four Martin-Siemens qui réalise l'enceinte la plus favorable à son obtention, parce que l'opération est dans les mains de celui qui la dirige ; là seulement on peut arriver au dosage voulu à l'aide d'additions et de rectifications, ce qui n'a pas lieu au convertisseur, où quelques secondes de plus ou de moins modifient totalement le produit.

Sans entrer dans les détails de la question de garnissage du four Martin-Siemens, M. H. Rémaury a rappelé que l'on demande l'acier dur ou demi-dur au *garnissage acide*, et l'acier doux ou extra-doux au *garnissage basique* ou neutre des fours.

Il croit que le métal doux, qui doit être considéré comme du fer fondu, est le seul qui puisse être travaillé dans les forges à fer avec leur ancien outillage sans trop le modifier. Il pense néanmoins que ces forges auraient intérêt à fortifier leurs laminaires et leurs machines pour aborder couramment l'emploi du métal moins doux.

On sait qu'avec l'acier basique, on arrive aux allongements de 30 % mesurés sur 0^m200, mais on ne dépasse pas les chiffres de 38

M. Deshayes signalait, après deux ans de marche de deux fours Martin-Siemens munis de ce garnissage, aux forges d'Alais, ce fait remarquable, qui s'est depuis lors confirmé dans toutes les applications du même procédé, soit en France, soit à l'étranger, et qu'il formulait ainsi :

« Sur la sole neutre, pour une même valeur de la résistance, nous obtenons plus d'allongement que sur la sole basique ou acide, ou qu'au convertisseur acide ou basique ; nous ne pouvons nous expliquer ce fait que par une très grande homogénéité du métal dépendant de la température de coulée, très élevée au moment de l'addition du ferro-manganèse ».

A cette explication, M. H. Rémaury en a ajouté une autre, au Congrès des mines et métallurgie, c'est l'incorporation au métal d'une très petite proportion de chrome uniformément réparti.

D'ailleurs, quelles que soient les explications de ce fait important, il résulte d'un relevé que M. H. Rémaury a présenté au Congrès, et certifié par un Ingénieur de la marine espagnole, qu'à l'usine de Felguera (Asturies), des essais de tôle de 0^m028 d'épaisseur ont donné une résistance moyenne de 45^{kil}37 dans le sens du laminage en long, et de 44^{kil}95 dans le sens du laminage en travers, avec allongements respectifs de 30,26 et 29,05 %.

En Angleterre, dans les usines de MM. Bell Brothers (à Clarence), où le même mode de travail est appliqué aux fontes impures du Cleveland, on constate couramment l'alliance d'allongement de 30 %, mesurée sur 0^m200, avec des résistances de 43 à 47 kilogr., et la limite d'élasticité du métal a varié entre 66 et 70 % de la charge de rupture, ce qui donne en moyenne un chiffre supérieur à 30 kilogr., soit exactement 30^{kil}60 pour le cas de 45 × 0,68. La présence du chrome dans l'acier a pour effet bien reconnu de relever la limite d'élasticité à 65 ou 70 % de la charge de rupture ; elle est donc très favorable aux métaux destinés aux constructions.

M. H. Rémaury a ajouté que si, sur les soles basiques, il est possible d'obtenir du fer doux soudant, il est presque impossible d'y produire régulièrement un métal plus carburé, tandis que sur la sole neutre, on travaille à volonté en scorie acide ou basique, et l'on peut recarburer sans hésitation au degré convenable.

Sur la question posée par M. le Président du Congrès, à savoir, si la combinaison des chiffres de 30 % d'allongement et 45 kilogr. de résistance à la rupture est facile à obtenir avec toutes les fontes et tous les minerais, M. H. Rémaury n'a pas hésité à affirmer que dans les usines bien outillées, comme le Creusot et d'autres grandes aciéries, le même mode de travail donnera les mêmes résultats avec les soins nécessaires appliqués à des fontes quelconques, même phosphoreuses, mais peu ou point sulfureuses. Il en a donné un nouvel exemple en parlant du travail pratiqué aux aciéries d'Alexandrowsky, en Russie, dont les produits constituent une véritable spécialité dans la fabrication des aciers doux et des fers soudables, qui arrivent à remplacer le fer soudé par le métal fondu dans les constructions métalliques en Russie ; ces aciéries possèdent sept fours de fusion du système Martin-Siemens, dont cinq sont revêtus d'un garnissage neutre.

TABLEAU DES ESSAIS FAITS SUR LES DIVERSES QUALITÉS DE FERS FONDUS ET D'ACIERS DES FORGES DE TAMARIS (GARD)

NUMÉROS DES ACIERS	DEGRÉS DE TREMPÉ	L LIMITE D'ÉLASTICITÉ	R CHARGE DE RUPTURE PAR m ²	A ALLONGEMENT SUR 100 m/m	S CONTRACTION	$\frac{100 L}{R}$	R + S
		kilogr.	kilogr.	%	%		
1 Extra-doux	Ne trempe pas.	26	35 à 40	28 à 32	63	74 à 63	400 à 405
2 Très doux	Ne trempe pas.	29	41 à 45	25 à 28	59	71 à 64	400 à 404
3 Doux	Trempe faible.	34	46 à 50	22 à 25	35	67 à 62	401 à 403
4 Mi-doux	Trempe sensible.	35	51 à 55	20 à 22	50	69 à 63	401 à 405
5 Mi-dur	Trempe assez bien.	39	56 à 60	18 à 20	47	70 à 65	403 à 407
6 Dur	Trempe bien.	41	61 à 65	15 à 18	45	67 à 63	406 à 410
7 Très dur	Trempe à l'huile.	43	66 à 70	12 à 15	43	67 à 58,5	409 à 413
8 Extra-dur	Trempe à l'huile.	45	71 à 75	10 à 12	35	63,5 à 60	406 à 410
9 Extra-dur	Trempe à l'huile.	49	76 à 80	8 à 10	30	64,5 à 61	406 à 410
10 Extra-dur	Trempe forte.	52	Au-dessus de 80	Moins de 8	29	»	»

à 40 kilogr. de résistance à la rupture, ce qui écarte de son emploi les constructeurs qui voudraient se rapprocher de 50 kilogrammes.

Leur vœu semblerait accompli avec un métal analogue à l'acier basique comme douceur, mais présentant, pour un même allongement, des résistances supérieures, qui correspondent généralement à l'acier plus dur.

Or, depuis plusieurs années, l'application du garnissage appelé *neutre*, par opposition aux garnissages connus sous le nom d'*acide* ou *basique*, semble avoir comblé cette lacune.

Ce garnissage, qui consiste à revêtir le laboratoire des fours d'une matière extra-réfractaire, due à l'emploi du fer chromé, convenablement cimenté et recuit, était, déjà en 1886, l'objet d'une notice de M. V. Deshayes, l'auteur d'un article remarqué sur la métallurgie du fer dans les fascicules complémentaires du *Dictionnaire* de Wurtz.

Le tableau ci-dessus est relatif à une série très complète d'essais pratiqués aux forges de Tamaris (Gard). Les limites d'élasticité ont été relevées à l'aide de l'appareil Cordier.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

RECHERCHES SUR LE POUVOIR LUBRIFIANT

des huiles de graissage, entreprises par le service central du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

(Planche XXXVIII.)

Le service central du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Est a entrepris une série de recherches inté-

ressantes sur le pouvoir lubrifiant des huiles de graissage, et a été conduit, dans ce but, à étudier une machine à essayer les huiles, qui a donné d'excellents résultats et a figuré avec honneur parmi les objets exposés en 1889, par la Compagnie, dans la classe des chemins de fer. Cet appareil devant permettre de reproduire les conditions variables dans lesquelles se trouvent les fusées des essieux de wagons, au point de vue de l'intensité des pressions, et des vitesses comprend : 1° les organes destinés à produire le frottement ; 2° l'appareil destiné à produire la pression sur les surfaces frottantes ; 3° les appareils de mesure et d'enregistrement automatique de l'effort de frottement déterminé par la rotation entre le coussinet et la fusée.

Ces derniers appareils donnent des indications proportionnelles à la résistance tangentielle développée à la circonférence de la fusée par son glissement sur la surface du coussinet qui presse sur elle : or cette résistance est elle-même inversement proportionnelle au pouvoir lubrifiant d'une huile, à pression et à vitesse égales. Il suffira donc, pour obtenir le coefficient de frottement caractéristique d'une huile dans une expérience donnée, de multiplier par une constante résultant des conditions d'établissement de la machine, la quantité enregistrée, ce qui fournira la valeur de la force totale de frottement, puis de diviser cette valeur par la pression exercée sur les surfaces de contact.

Nous allons décrire successivement les trois séries d'organes énumérées ci-dessus.

1° Organes destinés à produire le frottement. — La machine reproduit les conditions d'établissement d'une fusée d'essieu dans la boîte à huile. Un arbre A présentant en son milieu une portée F, tournée exactement aux mêmes dimensions que la fusée à expérimenter, reçoit sur cette portée un coussinet G pris parmi ceux des boîtes des essieux de la dimension correspondante (fig. A à D, pl. XXXVIII). L'arbre est supporté par deux tourillons sur deux paliers graisseurs BB' portés par deux montants en fonte C et C' boulonnés sur une plaque de fondation D. Il est percé, suivant son axe, d'un trou de 25 millimètres de diamètre, destiné à permettre son refroidissement au moyen d'un courant d'eau dont on peut faire varier le débit et la température de façon à déterminer les résistances dues au frottement dans différentes conditions de température des parties frottantes.

L'huile dont il s'agit de déterminer le pouvoir lubrifiant est placée au-dessous de la portée F, dans un récipient E. Ce récipient reproduit la disposition du dessous des boîtes employées pour les voitures et wagons avec les fusées du type de celle en expérience, de telle manière que la surface de l'huile soit placée au même niveau par rapport à la fusée que dans ces boîtes.

Dans le récipient se trouve un tampon graisseur du type courant, guidé de la même façon que dans les boîtes.

L'arbre A se prolonge au delà de chacun de ses tourillons de support par une portée de calage. Sur chacune de ces portées sont montées une poulie fixe HH' et une poulie folle II', destinées à recevoir les courroies qui doivent mettre l'arbre en mouvement. Dans l'installation qui a servi aux expériences, les poulies étaient commandées par un arbre de renvoi intermédiaire, actionné lui-même par un arbre de transmission principale d'atelier, au moyen de poulies à cônes à six étages.

2° Appareil destiné à produire la pression sur les surfaces frottantes. — Le coussinet G est encastré dans une sorte de dessus de boîte L (fig. D, pl. XXXVIII) embrassé lui-même par une double armature M, qui se prolonge par deux leviers horizontaux diamétralement opposés. Un grain en acier trempé *a*, présentant à sa surface une rainure en forme de V, dont le fond se trouve placé exactement dans le plan vertical passant par l'axe du coussinet, est fixé sur l'armature M. Ce grain sert d'appui à une traverse supérieure N par l'intermédiaire d'un couteau *b*, encastré au milieu de la longueur et à la partie inférieure de cette traverse.

Cette traverse N transmet au coussinet, en son milieu et suivant son axe, la pression exercée sur une traverse inférieure P, pression qui lui est communiquée par deux bielles O, articulées au moyen de boudins, aux extrémités de ces deux traverses. La traverse P porte sur sa face supérieure une cuvette manométrique Q, de forme annulaire, sur le plateau R de laquelle appuie, par l'intermédiaire de deux grains en acier *c* et *c'* et de deux couteaux de balance *d* et *d'*, un écrou S, maintenu par un contre-écrou à l'extrémité d'une vis verticale T. Cette vis traverse la cuvette manométrique et son plateau par un trou ménagé au centre de ces pièces (fig. B, pl. XXXVIII).

La vis T est réunie à une autre vis U, placée dans son prolongement, par un double écrou V portant un volant. La vis U, fixée solidement à la plaque de fondation de la machine et qu'un ergot *e* empêche de tourner, sert de point d'appui à l'écrou V dont la rotation dans un sens ou dans l'autre fait descendre ou monter la vis T, qui ne peut prendre de déplacement que suivant son axe. A cet effet, la vis T présente un prolongement *f* pénétrant dans une cavité centrale correspondante *g* pratiquée dans la vis U, et le prolongement *f* porte une rainure dans laquelle glisse une clavette encastrée dans la vis U.

Les filetages des deux vis sont de même sens, mais leurs pas sont

différents (7 et 9 millimètres), de telle sorte que tout mouvement de rotation de l'écrou, dans un sens ou dans l'autre, a pour but d'imprimer à la vis mobile T un déplacement vertical, suivant son axe, égal à la différence des chemins parcourus par le double écrou sur l'une et sur l'autre vis. On obtient ainsi des déplacements infiniment petits, et, par suite, de très faibles variations de pression sur le coussinet expérimenté.

La tête de la vis fixe U repose sur la plaque de fondation, non pas directement, mais par l'intermédiaire d'un ressort formé d'un couple de rondelles Belleville *h*; cette interposition a eu pour but de donner une certaine élasticité à l'appareil qui sert à charger le coussinet, et de se rapprocher des conditions de la pratique, où les boîtes à huile sont chargées par l'intermédiaire de ressorts. Cette addition a d'ailleurs été nécessitée par l'impossibilité où l'on s'est trouvé, au début des expériences, de faire fonctionner la machine sans chauffage avec de fortes pressions, en raison des très faibles irrégularités que présentent les surfaces, quelque bien ajustées qu'elles soient.

Nous avons dit que la traverse P porte, sur sa face supérieure, une cuvette manométrique Q; cette cuvette, remplie d'eau, est fermée par une membrane en caoutchouc *k*, fixée sur ses bords par deux anneaux destinés à assurer l'étanchéité des joints sous la pression. Cette membrane supporte le plateau R, sur lequel est exercée la pression au moyen de la vis T, ainsi que nous l'avons indiqué ci-dessus; c'est donc par l'intermédiaire de l'eau contenue dans la cuvette manométrique que la pression, déterminée par la vis, est transmise à la traverse P, et de là au coussinet G et à la fusée F, par l'intermédiaire des bielles O et de la traverse N.

Un manomètre système Richard, en communication avec l'eau contenue dans la cuvette manométrique, enregistre d'une façon continue la pression et permet de se rendre compte des variations venant à se produire pendant la durée de l'expérience, constatation qui serait impossible avec un simple manomètre à cadran sur lequel il faudrait avoir constamment les yeux fixés.

L'appareil Richard permet d'évaluer les pressions à $\frac{1}{10}$ de kilogramme près, approximation suffisante pour les fortes charges qui se rencontrent dans la pratique pour les fusées des essieux.

Le plateau annulaire de l'appareil manométrique a une surface de 800 centimètres carrés. La charge totale produite sur le coussinet est donc égale à 800 fois la pression en kilogrammes par centimètre carré lue sur le manomètre.

L'ensemble des organes composant l'appareil, depuis le coussinet lui-même jusqu'au plateau de la cuvette manométrique inclusivement, présente un poids total de 80^k 310.

Le minimum de pression totale, sous lequel la machine est appelée à fonctionner avec les appareils de pression, est donc de 80^k 310, ce qui, pour une surface de portée de 112 centimètres carrés, donne une pression initiale minimum par centimètre carré de 0^k 717.

On peut cependant faire des expériences à des pressions moindres, en démontant l'appareil de pression, et en chargeant directement le coussinet avec des poids.

3° Appareils de mesure et d'enregistrement automatique de l'effort de frottement déterminé par la rotation entre le coussinet et la fusée. — *Appareils de mesure.* — Le glissement de la fusée F sur la surface du coussinet G donne lieu à une résistance appliquée tangentielle

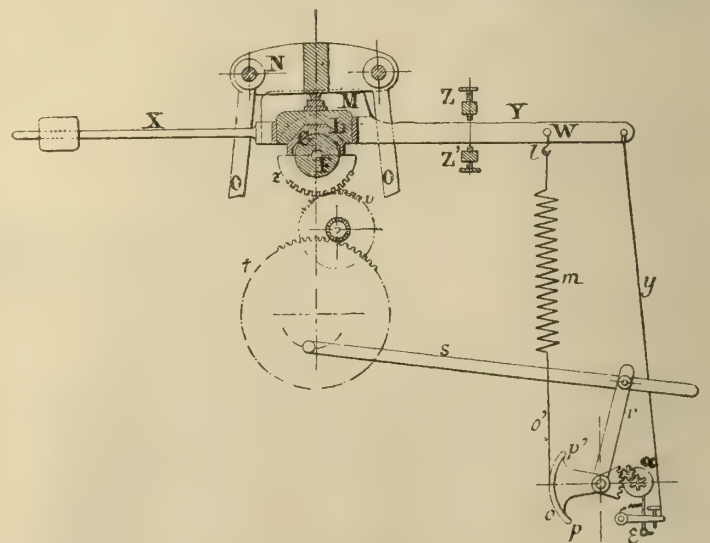


FIG. 1. — Appareil de mesure de l'effort de frottement.

à la circonférence de la fusée; c'est cette force que l'on s'est proposé de mesurer et d'inscrire automatiquement.

Dans ce but, l'armature M, qui embrasse le dessus de la boîte L avec laquelle le coussinet fait corps (fig. B, pl. XXXVIII et fig. 1), est prolongée par deux leviers diamétralement opposés X et Y. Le premier

MACHINE A ESSAYER

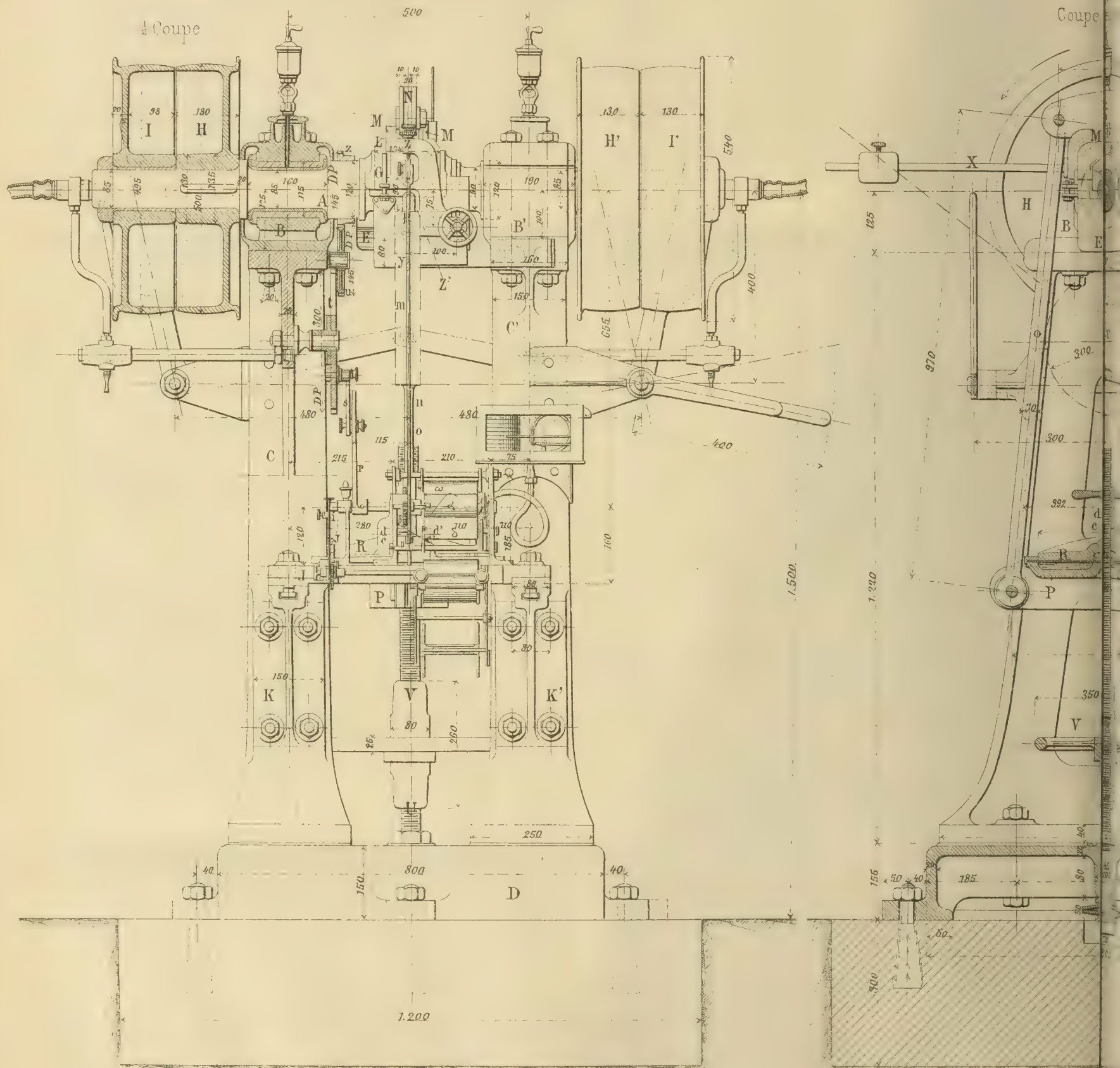
de la C^{ie} des Ch.

Système

H. CH.

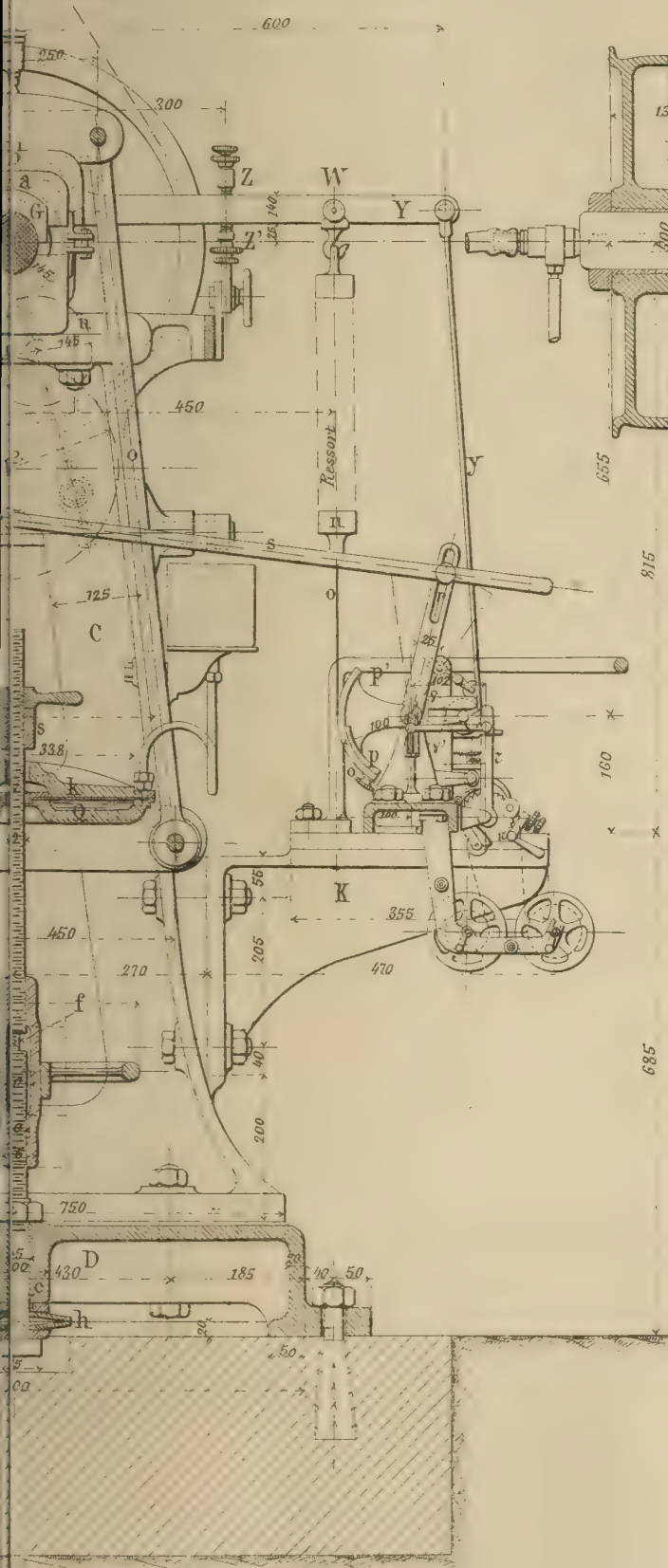
Fig. A.

Vue de face et demi-coupe par l'axe de l'arbre A.

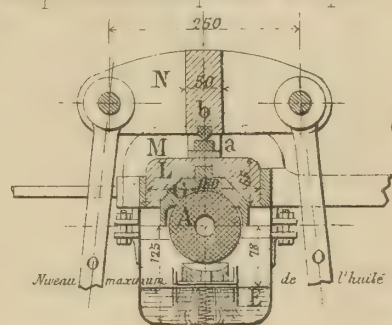


B.
Inversale.

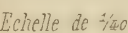
Coupe longitudinale par l'axe de l'arbre A.



Coupe transversale par l'axe de la portée **F**.



Ensemble de l'installation de la machine à essayer les hunles.



de ces leviers porte un curseur que l'on peut déplacer de façon à équilibrer exactement le poids du second levier et des organes qui lui sont attachés, de telle sorte qu'au repos et lorsque aucune pression autre que le poids des pièces n'agit sur le coussinet, le levier Y soit exactement horizontal.

Le levier Y passe entre deux vis de butée Z et Z', dont la position est réglée de telle façon que le levier est horizontal lorsqu'il bute contre la vis supérieure, et que, dans cette position, un jeu de 1 millimètre seulement existe entre le levier et la vis inférieure.

La vis supérieure Z est destinée à s'opposer à l'entraînement, dans le sens du mouvement et sous l'action de la force de frottement, du levier et par suite du coussinet avec lequel il est solidaire. La vis inférieure Z' s'oppose à l'entraînement en sens inverse lorsque l'effort déterminé par l'appareil qui mesure la force de frottement vient à surpasser celle-ci.

En un point W placé à une distance du centre de la fusée égale à 10 fois le rayon de celle-ci, est articulé un crochet auquel est suspendu, par son armature l, un ressort à boudin m, attaché par l'intermédiaire d'une lame flexible en acier oo' au point extrême d'un secteur circulaire pp'.

En imprimant à ce secteur un mouvement alternatif de rotation autour de son axe q, on fait passer la bande du ressort par toutes les valeurs intermédiaires entre zéro (le réglage du ressort ayant été fait de telle sorte que sa bande soit exactement nulle au commencement de la course du secteur) et un maximum qui dépend de la flexibilité du ressort employé.

Le ressort peut donc être choisi de telle façon, qu'à un moment donné, l'effort de tension produit sur lui et transmis par son intermédiaire à son point d'articulation W sur le levier Y, fasse équilibre à l'effort d'entraînement exercé par le frottement, et, si les allongements sont rigoureusement proportionnels aux efforts, on aura, par la connaissance de l'allongement obtenu, au moment où l'équilibre se produit, une quantité proportionnelle à la force de frottement qu'il s'agit de mesurer. On pourra donc calculer facilement la valeur de cette force, et en déduire celle du coefficient de frottement.

En effet, si on appelle :

F, la force de frottement;

r, le rayon de la fusée;

T, la tension en kilogrammes du ressort au moment où se produit l'équilibre;

l, la longueur du levier sur lequel il agit;

P, la charge totale de la fusée en kilogrammes;

f, le coefficient de frottement,

On a :

$$Fr = Tl; F = \frac{Tl}{r} = fP \text{ et } f = \frac{Tl}{Pr}$$

Nous avons dit que le ressort à boudin m, qui sert à mesurer la force de frottement, était alternativement bandé et débandé par le mouvement de rotation alternatif du secteur circulaire pp', à l'extrémité duquel il est fixé. Ce mouvement alternatif est donné par l'intermédiaire d'une bielle s, articulée, d'une part, sur le levier r porté par l'arbre q du secteur, et, d'autre part, sur un bouton de manivelle

fasse une oscillation complète produisant la bande et la débande du ressort.

Une coulisse ménagée sur le levier r permet de déplacer le point d'articulation de la bielle et, par suite, de faire varier l'amplitude du mouvement d'oscillation qu'elle imprime au secteur.

Appareils enregistreurs. — Les appareils enregistreurs consistent (fig. A et B, pl. XXXVIII, et fig. 2) dans un cylindre α sur la surface duquel est taillée en saillie une hélice à section triangulaire dont le pas est égal à la longueur du cylindre (110 millimètres). Sur l'axe de ce cylindre est montée une roue dentée β qui engrène, par l'intermédiaire d'une roue de relais β' , avec un secteur denté vv' faisant corps avec le secteur pp' . Par suite de cette disposition, lorsqu'un mouvement de rotation alternatif est imprimé au secteur pp' , le cylindre α prend lui-même un mouvement alternatif sur son axe.

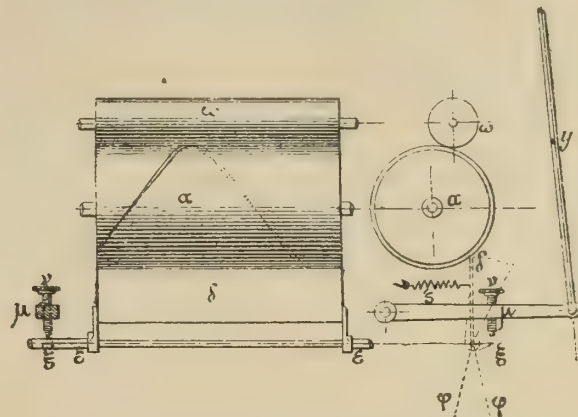
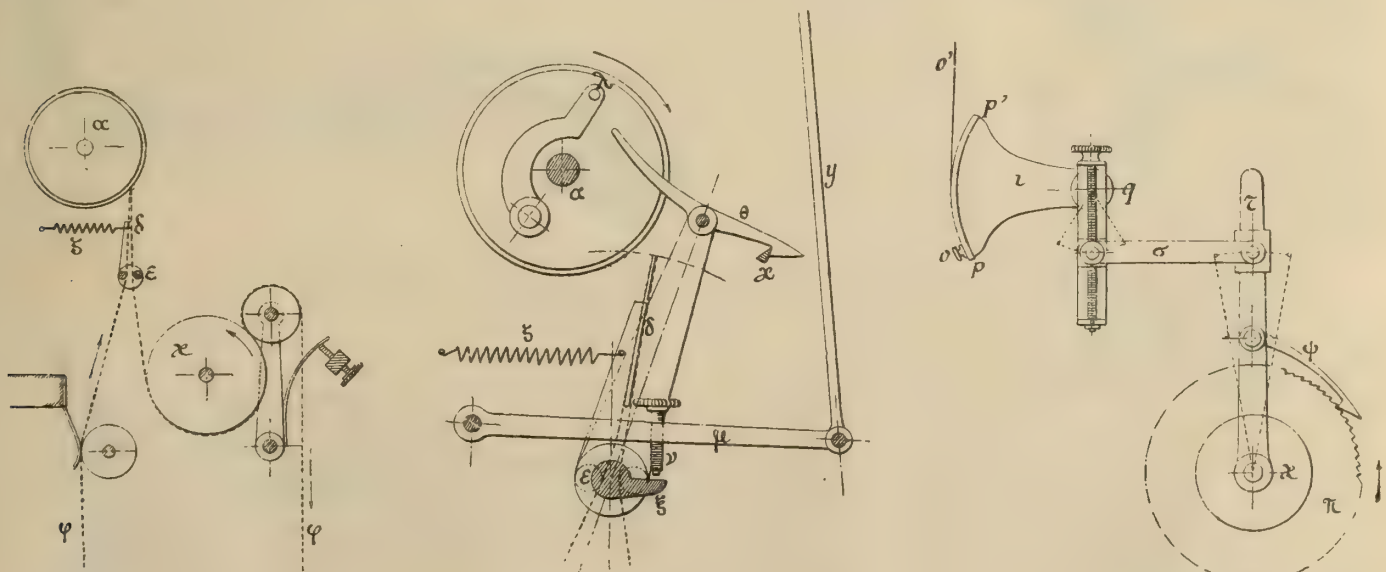


FIG. 2. — Appareil enregistreur; cylindre d'encre.

Si donc, au moyen d'un rouleau encreur ω , on encre l'hélice en saillie sur la surface du cylindre α , et si l'on dispose une bande de papier φ de telle façon que, tendue sur une arête dirigée parallèlement à une génératrice du cylindre, elle reste momentanément immobile et en contact avec l'hélice, les différents points de l'hélice, en passant successivement au niveau de cette arête, imprimeront leur trace sur le papier. La ligne ainsi tracée aurait une longueur égale à celle du cylindre, si cette arête restait constamment en contact avec l'hélice. La longueur de cette ligne dépendra, au contraire, de l'angle dont aura tourné le cylindre pendant la durée du contact, si l'on vient à produire l'écartement à un moment donné. Si donc l'appareil est réglé de façon que le papier soit en contact avec l'origine de l'hélice au commencement du mouvement, c'est-à-dire quand la bande du ressort à boudin m est nulle, et que le papier soit écarté automatiquement au moment précis où la bande du ressort fait équilibre à la force de frottement, l'hélice tracera une ligne d'une longueur proportionnelle à l'allongement total du ressort jusqu'au moment où l'équilibre s'est produit, proportionnelle par conséquent à la force de frottement.

Ces diverses conditions sont réalisées de la manière suivante :

La bande de papier φ (fig. 3), après s'être élevée verticalement entre



Mode de présentation de la bande de papier.

Mode d'écartement de la bande de papier.

Mise en mouvement de la bande de papier.

fixé sur une roue d'engrenage t qui reçoit d'une roue de relais u le mouvement engendré par une roue z calée sur l'arbre A de la machine.

Le rapport de ces engrenages a été établi de façon que pour 10 tours de l'arbre A, la roue t fasse un tour et que, par suite, le secteur

des appareils tendeurs, s'infléchit sur l'arête horizontale d'une palette δ mobile autour d'un axe ϵ placé à sa partie inférieure, et va, de là, passer sur un cylindre entraîneur χ chargé de produire son mouvement d'avancement. La palette δ est attirée constamment vers le

cylindre α par un ressort de rappel ζ ; elle peut, d'autre part, être tenue écartée du cylindre par un cliquet θ porté par un levier solidaire de l'axe ϵ de la palette, et le cliquet θ venant s'enclencher sur un arrêt fixe κ porté par le bâti de l'appareil.

La palette δ étant ainsi maintenue écartée du cylindre par l'enclenchement du cliquet θ lorsque le secteur pp' commence sa course directe, un taquet λ , solidaire du cylindre α , vient agir sur le prolongement du cliquet θ et le déclenche; la palette δ , abandonnée à l'action du ressort de rappel ζ , vient appliquer son arête contre le cylindre dont le calage est tel que l'origine de l'hélice imprimeuse coïncide à ce moment avec le bord du papier. L'hélice, en raison du mouvement de rotation imprimé au cylindre par le secteur pp' , trace alors, sur la bande de papier, une ordonnée dont la longueur dépend de la durée du contact de la palette. L'écartement de celle-ci est produit par une tige y articulée, d'un bout à l'extrémité du levier Y , et de l'autre bout à un levier μ . Ce dernier oscille autour d'un axe fixe et porte une vis de butée v qui, dans son mouvement, vient rencontrer une saillie ξ faisant corps avec l'axe ϵ de la palette, de telle façon qu'un mouvement de haut en bas de la tige y produit une poussée de la vis v sur la saillie ξ , écarte la palette du cylindre α , enclenche le cliquet θ sur son arrêt κ , qui maintient la palette écartée jusqu'à une nouvelle oscillation du secteur pp' .

Il suffit donc que la tige y produise son action au moment précis où la bande du ressort m fait équilibre à la force du frottement, pour que la longueur de l'ordonnée tracée sur la bande de papier soit proportionnelle à cette force. C'est ce qui est obtenu au moyen de la course de 1 millimètre que le levier Y peut prendre entre ses deux vis de butée Z et Z' .

En effet, tant que la force de frottement est supérieure à la tension produite sur le ressort m par l'oscillation du secteur pp' , le levier Y est entraîné par le frottement et bute sur l'extrémité de la vis Z ; mais dès que la tension croissante du ressort m dépasse la force de frottement, le levier Y descend et vient reposer sur la vis Z' ; la tige y participant à ce mouvement, produit alors, par l'intermédiaire des organes ci-dessus décrits, l'écartement, par rapport au cylindre imprimeur, de la palette et de la bande de papier.

Pour que les ordonnées soient tracées successivement, il faut qu'après chaque inscription, le papier se déplace d'une certaine quantité. Ce mouvement est obtenu au moyen d'un cylindre entraîneur χ qui, pour chaque oscillation du secteur, tourne d'une fraction de tour sous l'action du cliquet ψ actionnant une roue dentée π , calée sur l'axe du cylindre entraîneur. Ce cliquet ψ est mis en mouvement lui-même

par un levier τ monté fou sur le même arbre. Sur le levier τ est articulée l'une des deux têtes d'une bielle σ commandée à son autre extrémité par une manivelle à coulisse i . Cette manivelle, calée sur l'arbre du secteur pp' , est à vis de réglage permettant de faire varier à volonté son rayon, et par suite d'obtenir une amplitude plus ou moins grande de rotation du cylindre entraîneur et de déroulement du papier.

L'écartement des ordonnées consécutives peut être augmenté, grâce à ces dispositions, de façon à rendre les inscriptions parfaitement lisibles.

Tout l'ensemble de l'appareil enregistreur que nous venons de décrire est monté sur une traverse supportée par deux équerres fixées sur les montants CC' de la machine. Ces équerres présentent, à leur surface, des rainures dans lesquelles la traverse est fixée au moyen de boulons à T , ce qui permet de déplacer tout l'ensemble de l'appareil enregistreur, et de le fixer dans la position convenable, eu égard aux conditions de l'expérience.

Nous avons dit que l'arbre est percé en son centre et sur toute sa longueur d'un canal destiné à établir un courant plus ou moins intense d'eau ou d'un liquide réfrigérant; les figures A et C (pl. XXXVIII) montrent la disposition des ajutages faisant joint sur l'extrémité de l'arbre par simple pression. L'un de ces ajutages sert à l'arrivée et l'autre au départ du liquide réfrigérant, dont l'écoulement est réglé à volonté à l'aide d'un robinet. Le liquide réfrigérant employé peut être une solution aqueuse de glycérine passant dans un serpent in entouré d'un mélange de glace et de sel marin. Une petite pompe spéciale sert à établir une circulation continue du liquide.

La température déterminée par le frottement est relevée au moyen d'un thermomètre plongé dans une cavité remplie de mercure (fig. C) ménagée sur le côté de la pièce L formant dessus de boîte. Le coussinet étant emmanché à force dans la pièce L , on peut admettre que la température de cette dernière peut être prise comme température du coussinet.

Un thermomètre plongé directement dans le récipient rempli d'huile, donne la température de celle-ci.

Afin de déterminer l'influence de la température de l'huile, il a été établi un dessous de boîte muni d'un double fond dans lequel on peut faire circuler le liquide réfrigérant comme à travers l'arbre lui-même.

G.-A. RENEL.

Ingénieur civil.

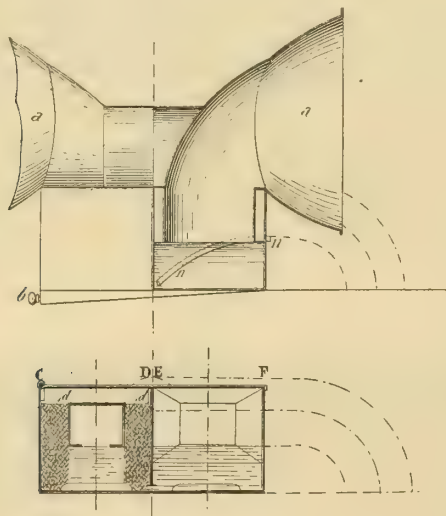
(A suivre.)

LA VENTILATION DES WAGONS

Tout le monde sait combien sont désagréables et pénibles, pendant les grandes chaleurs, les trajets d'une certaine durée en che-

fenêtres de la voiture; mais alors ils sont envahis par une poussière fine et pénétrante, chargée de particules de charbon, qui s'attache avec ténacité aux vêtements, au visage et aux mains, une fumée épaisse et désagréable et toutes les parcelles de matières

Demi-vue en bout. Demi-coupe AB.



Coupe suivant CDEF.

LEGENDE :

- aa Manches à air.
- b Bouchon de vidange.
- dd Matière filtrante et imputrescible.
- ff Soupape automatique.
- g Arrivée dans la voiture (fermeture automatique).
- nn Tube de niveau de l'eau.
- ss Entretoise.
- cc Cloisons.

Coupe suivant GHKL.

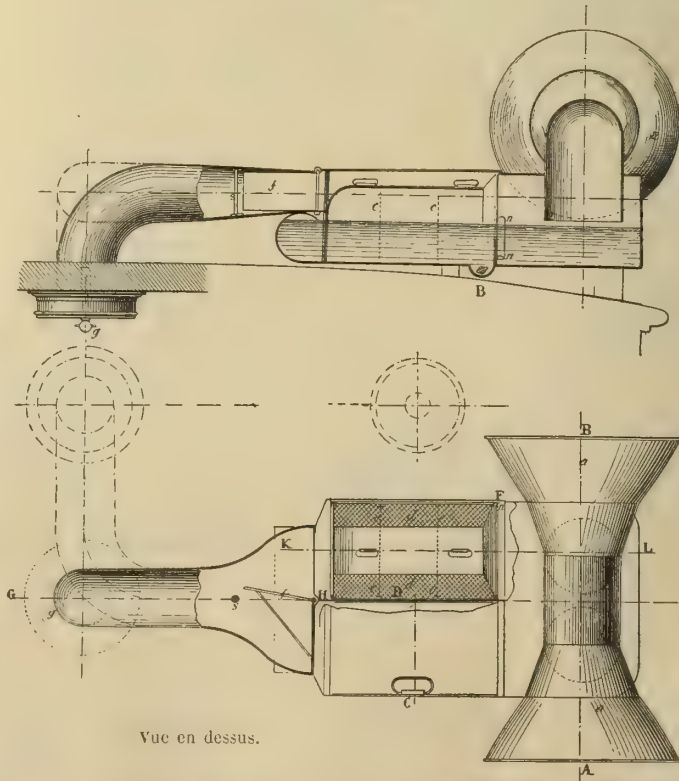


FIG. 4. — Ventilateur pour wagons, système Pignatelli.

min de fer. Enfermés dans un compartiment étroit et brûlant, les voyageurs sont obligés, s'ils veulent avoir un peu d'air, d'ouvrir les

diverses que le vent soulève et fait tourbillonner autour des wagons.

Le problème de la ventilation des voitures de voyageurs, du renouvellement continu de l'air pur, dans leur intérieur, pendant la marche du train, présente de sérieuses difficultés. Il paraît être résolu d'une manière satisfaisante au moyen de l'appareil Pignatelli, qui, mis à l'essai pendant les années 1886 et 1887 par la Compagnie des chemins de fer d'Orléans, a reçu de nombreuses améliorations de détail et vient d'être adopté par cette Compagnie pour 25 voitures de première classe, faisant le service de ses principaux trains rapides.

Cet appareil (fig. 1) est placé sur la toiture du wagon. Une manche à air, disposée dans l'axe de la voiture, est montée au-dessus de chaque compartiment. Sous l'action même de la vitesse du train, l'air est refoulé dans cette manche à vent; il est projeté dans une caisse à eau, où il se rafraîchit et se débarrasse des poussières et des impuretés qu'il contenait. Il passe ensuite à travers des filtres métalliques sans cesse imbibés par l'eau en mouvement et, au moyen d'un conduit spécial, débouche dans le plafond de la voiture, par couches horizontales, dans les meilleures conditions pour n'incommoder personne. Un registre spécial, placé sous la main des voyageurs, leur permet d'ailleurs de régler à volonté l'introduction de l'air pur dans leur compartiment.

Comme le wagon peut marcher tantôt dans un sens, tantôt dans

l'autre, une seconde manche à vent, symétrique à la première, est disposée en sens contraire au-dessus du compartiment, et une soupape, manœuvrée automatiquement par l'action même du courant d'air, vient fermer celui des deux appareils qui ne doit pas fonctionner.

La caisse à eau contient environ 25 litres d'eau. Cette quantité est suffisante, d'après l'inventeur, pour un parcours de 800 à 1 000 kilomètres. On pourrait facilement, d'ailleurs, la renouveler pendant le parcours du train, s'il était nécessaire.

Avec cet appareil, il faut tenir les fenêtres de la voiture fermées pour avoir moins chaud. L'air pur qui arrive possède une pression un peu supérieure à celle de l'air du dehors et qui suffit pour empêcher les poussières extérieures de pénétrer dans le compartiment par les interstices des portières.

On a constaté, dans les journées de grande chaleur, que la température à l'intérieur demeurait inférieure de 3 degrés centigrades environ à celle du dehors.

Ajoutons que la conservation des étoffes et tentures de la voiture se trouve facilitée et que les frais qu'entraîne leur entretien sont ainsi diminués.

HENRI MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

NOUVEL APPAREIL POUR LE SÉCHAGE DES EXPLOSIFS

Le problème du séchage des matières explosibles se présente avec quelques difficultés. Ce séchage se fait ordinairement par l'action d'un courant d'air, mais sa puissance est très vite limitée, parce que la température ne doit pas, dans chaque cas particulier, dépasser un degré déterminé à l'avance, et généralement peu élevé.

MM. Rouart frères et C^{ie} et M. Gaston Sencier, Ingénieur des Arts et

Comme, lorsque cet air réchauffé arrive dans l'étuve où il doit opérer, il provoque une évaporation de l'eau d'imbibition, sa température s'abaisse rapidement, bien avant qu'il ait absorbé la totalité de l'eau qu'il doit entraîner, on doit, si l'on veut avoir un séchage absolument constant, maintenir l'étuve à la température maximum à laquelle on doit opérer, et cela d'une façon invariable.

Cela est facile lorsqu'on peut employer, comme c'est le cas pour le fulmicoton, pour les nouvelles poudres de guerre et pour d'autres

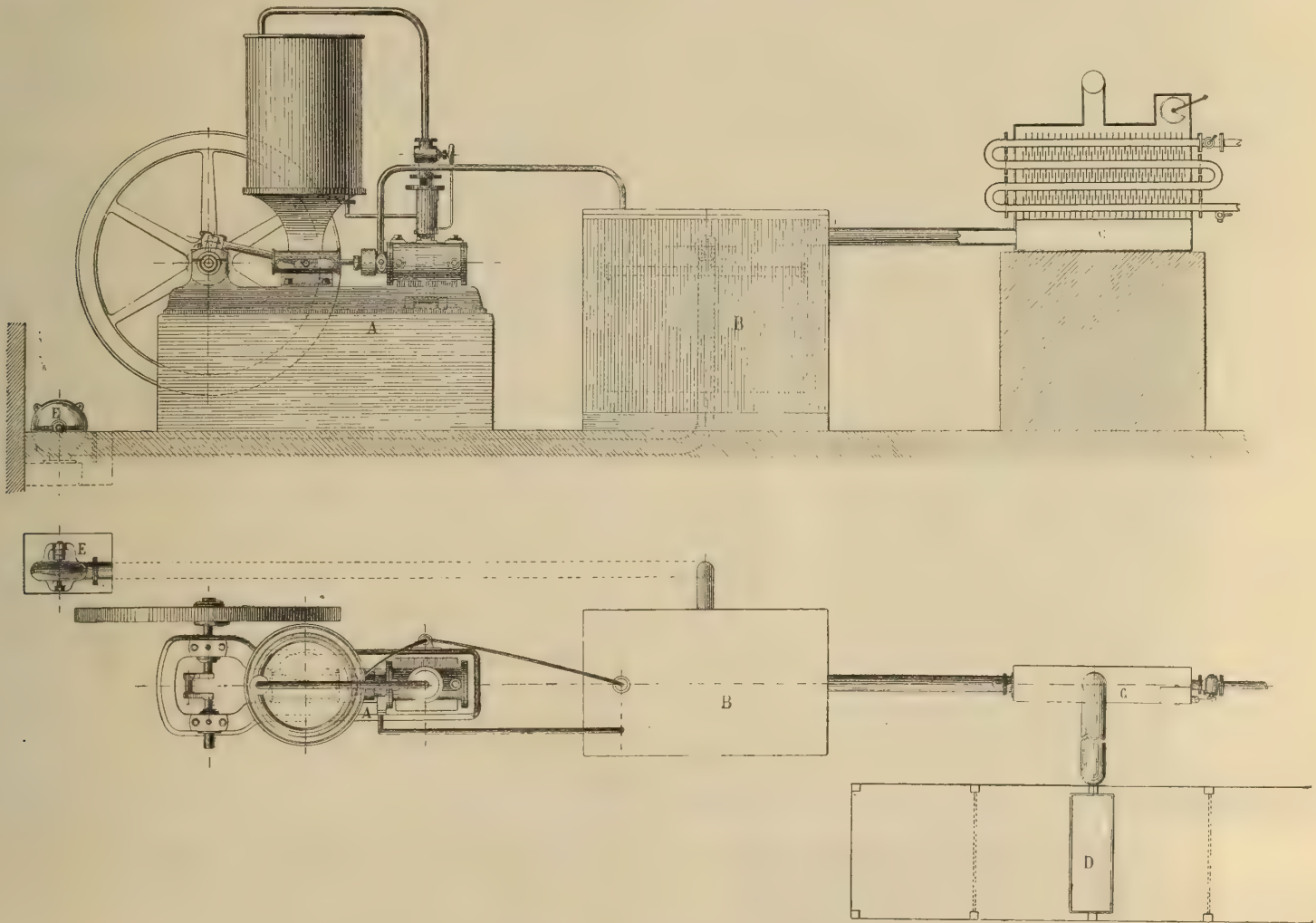


FIG. 1. — Ensemble d'une installation pour le séchage des explosifs.

Manufactures, ont donc songé à refroidir l'air employé pour cette opération, dans le but de le dessécher, quitte à le réchauffer ensuite pour le ramener à la température limite à laquelle il doit opérer. Dans leurs appareils, on commence généralement par amener l'air destiné au séchage à une température de -7 à -8°C. , de façon que presque toute l'eau qu'il contenait soit éliminée, et on réchauffe ensuite cet air à une température variable suivant la nature de l'explosif à sécher.

La quantité d'eau dont cet air peut alors se charger, en passant sur l'explosif, varie naturellement avec cette température. Si l'on réchauffe à $+40^{\circ}$, comme c'est le cas pour le fulmicoton, chaque mètre cube d'air peut enlever 56 grammes d'eau.

Sachant la quantité d'eau que l'on désire enlever dans un temps déterminé, il est donc facile d'en déduire la quantité d'air dont on aura besoin pour cette opération.

explosifs, des étuves en métal, parfaitement closes. On peut alors opérer avec la quantité d'air presque théorique.

Lorsqu'il s'agit, au contraire, d'explosifs ultra-sensibles, comme le fulminate de mercure, par exemple, on est amené à construire des étuves que l'on sait d'avance presque fatalement destinées à faire explosion au bout d'un certain temps. On est donc obligé de constituer ces étuves au moyen de légers châssis de toile et de bois de faible échantillon, ne pouvant pas faire projectile en cas d'accident. Il faut alors plus d'air, mais cela a peu d'inconvénients, les explosifs de cette nature ne se fabriquant qu'en quantités relativement peu importantes.

Quel que soit l'explosif à sécher, les appareils que nous allons décrire permettent, dans tous les cas, d'opérer dans des conditions de sécurité et de certitude supérieures à celles que donnaient généralement les anciennes méthodes de séchage.

Appareil n° 1. — Refroidisseur d'air. — D'après des expériences qui

ont été présentées à l'Académie des Sciences en 1875 par MM. Mignon et Rouart, l'air, en traversant une couche très petite de liquide froid, 0^m02 par exemple, voit sa température s'abaisser rapidement, quoique le contact n'ait duré qu'une fraction de seconde.

Si on a soin que le liquide refroidisseur soit une solution qui demeure hygrométrique à cause de son degré de concentration (par exemple, une solution aqueuse de chlorure de calcium), l'air, en passant à travers, dépose son humidité au moins jusqu'à la tension de la vapeur d'eau correspondant à la température à laquelle il s'abaisse.

Ce fait a été constaté par expérience, tant au laboratoire que dans la pratique en grand. Ainsi, dans le refroidissement de certaines salles, celles de la Morgue de Paris, par exemple, où l'on a employé, comme agent transmetteur du froid, une solution concentrée de chlorure de calcium, cette solution, par suite de son contact avec l'air de la salle, se dilue, et de temps à autre on est amené à la reconstituer dans son degré de concentration primitif.

L'appareil n° 1 est fondé sur cette propriété. Dans un congélateur plongent d'environ 0^m02 des bouts de tubes placés verticalement et appartenant à un réseau dans lequel on fait arriver, au moyen d'un ventilateur, tout l'air nécessaire au séchage.

Dans ce genre d'appareils, tout l'air à refroidir se trouve mis en contact avec la source refroidissante, et l'ensemble est donc bien desséché. Néanmoins, il peut être préférable, dans certains cas particuliers, d'employer un refroidisseur d'air à surface métallique; c'est dans ce but qu'a été étudié l'appareil n° 2.

Appareil n° 2. — Quand on refroidit l'air au contact d'une surface métallique, son humidité se dépose sous forme de givre contre la paroi refroidissante. Si on laisse ce givre s'accumuler, la paroi devient bientôt mauvaise conductrice de la chaleur et la transmission du froid se fait très mal. Donc, si on veut avoir un appareil opérant d'une manière continue et uniforme, il faut enlever le givre au fur et à mesure de sa formation.

A cet effet, supposons un congélateur composé d'un cylindre métallique pouvant tourner autour de son axe. Dans ce cylindre se trouve un liquide incongelable, et dans ce liquide plongent des serpentins producteurs du froid. Ces serpentins, bien entendu, sont fixes; leur entrée et leur sortie s'effectuent par l'axe autour duquel l'appareil se meut.

Autour du cylindre tournant se trouve une enveloppe fixe en substance non conductrice; la distance entre l'enveloppe et le cylindre est réduite au minimum. L'air passe dans l'espace ménagé entre ces deux surfaces et dépose son givre sur le cylindre métallique. Or en un point quelconque et suivant toute la longueur d'une génératrice, se trouve un couteau sollicité contre la paroi mobile par un ressort. Le givre se ramasse sur ce couteau, qui est légèrement tiédi par de la vapeur passant dans un canal intérieur; il fond et s'écoule par un orifice convenablement ménagé et étanché.

Cet appareil peut donner de l'air à très basse température; il est donc susceptible d'être appliqué dans le cas qui nous occupe.

Réchauffeur. — Quand l'air est refroidi, on doit le réchauffer. On emploie dans ce but un réchauffeur qui est à action capillaire, c'est-à-dire que l'air passe dans l'espace annulaire formé par deux tuyaux

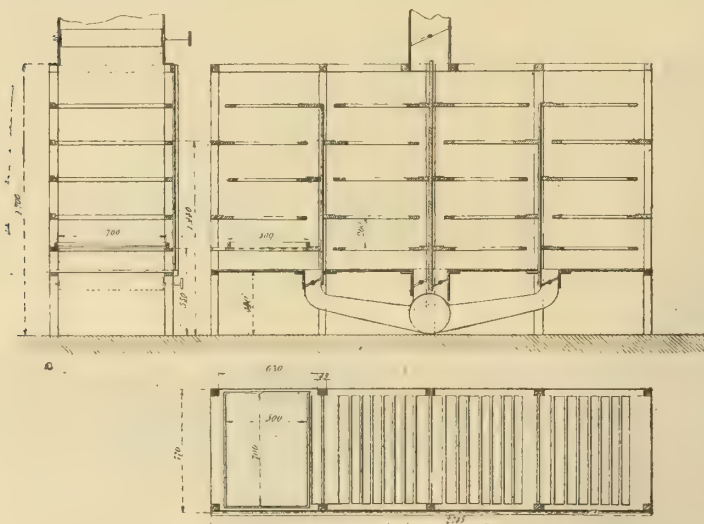


FIG. 2. — Étuves à fulminate.

concentriques. Ces tuyaux sont chauffés par de l'eau chaude ou de la vapeur détendue. L'air, étant en couche très mince, prend rapidement la température du milieu ambiant.

Mais, quel que soit le mode de chauffage, la condition essentielle est qu'il soit muni d'un régulateur de température qui empêche l'air de s'échauffer au delà du degré auquel il doit entrer dans l'étuve.

Étude. — L'ensemble de ces dispositions se complètera par une étuve dont les détails peuvent varier, mais qui doit obéir aux prescriptions suivantes :

D'abord, l'air doit circuler au plus près des corbeilles contenant l'objet à dessécher. Ensuite, cette étuve doit être à double paroi, l'es-

pace intermédiaire rempli par de l'eau chaude, de la vapeur détendue, ou même de l'air chaud, dont la fonction devra être d'entretenir l'enceinte à la température maximum.

Le chauffage devra être aussi muni d'un régulateur de température. Si toutes ces précautions sont bien prises, il sera facile de calculer exactement la quantité d'air froid dont on aura besoin pour un séchage déterminé, par suite la grandeur des appareils à y affecter, et enfin on aura toute garantie de réussite.

Cherchons à appliquer toutes ces prescriptions à un exemple. Supposons qu'il s'agisse de sécher par heure 100 kilogr. de fulmicoton pouvant contenir 40 % d'eau. On verra facilement qu'il faudra employer pour cet objet environ 700 mètres cubes d'air, qui exigent la production de 8500 calories négatives correspondant à environ 85 kilogr. de glace à l'heure.

L'installation d'un bon séchage comporte toute la série des appareils méthodiques que nous venons de décrire. Il est d'ailleurs évident qu'en dehors de la fabrication des explosifs, des appareils analogues permettant de produire de l'air absolument sec en toute saison, pourront être utilisés par un grand nombre d'industries.

FORIS.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LA LÉGISLATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL

Le Congrès international du commerce et de l'industrie, qui s'est tenu à Paris du 22 au 28 septembre 1889, a entendu un certain nombre de rapports intéressants, parmi lesquels figurait une étude de M. Cheysson sur la législation internationale du travail. L'éminent Ingénieur, après avoir indiqué en quelques lignes rapides comment la question avait pu être soulevée, en présentait un historique complet et passait en revue les arguments échangés de part et d'autre pour ou contre le principe de cette réglementation internationale; il terminait en faisant ressortir l'importance considérable de l'opinion publique en cette matière. Ce rapport est à lire en entier; mais nous devons nous borner à en résumer ici, d'une façon rapide, les lignes principales.

Un des principaux motifs invoqués en faveur d'une réglementation intérieure du travail, c'est la situation économique inférieure dans laquelle se placent les patrons humains et bienfaisants à l'égard des patrons égoïstes qui ne veulent s'imposer aucune dépense, ni aucune gêne, pour améliorer la situation de leur personnel.

Pour faire disparaître cette inégalité, il est nécessaire, dit-on, que l'État intervienne pour imposer à tous ces mesures reconnues justes et utiles, et placer ainsi tous les patrons dans la même situation les uns à l'égard des autres.

En poursuivant ce raisonnement dans ses conséquences plus lointaines, en envisageant non plus les industriels d'un même pays, mais les peuples d'un même continent, on est logiquement amené à réclamer une réglementation non plus intérieure, mais internationale du travail, plaçant tous les peuples dans des conditions égales de concurrence sur le marché du monde.

L'idée n'est pas nouvelle; elle remonte à 1844, époque où un Français, Daniel Legrand, la soumit, dit-on, pour la première fois à la Chambre des Pairs.

Soutenue et propagée en France par Wolowski et J.-B. Dumas, en Belgique par le professeur Denis, en Allemagne par une partie des socialistes de la chaire, l'idée d'une réglementation internationale du travail devait se trouver à la fois sur les programmes du parti catholique et du parti socialiste ouvrier. Elle a été adoptée par les différents Congrès socialistes, depuis celui que l'Association internationale des travailleurs a tenu à Genève, en 1886, jusqu'à la conférence internationale de La Haye en février 1889. Le récent Congrès ouvrier de Paris, en juillet 1889, a résumé et condensé toutes ces aspirations dans un certain nombre de résolutions de la plus haute gravité. Nous ajouterons que la Chambre des députés est actuellement saisie d'un projet de résolution, signé par 13 députés et tendant à la nomination d'une Commission de 22 membres chargée d'élaborer un projet de législation du travail sur les bases adoptées par le Congrès ouvrier de 1889.

Les catholiques soutiennent le même programme et l'ont défendu dans de nombreuses réunions, ainsi qu'au Parlement.

Il n'est pas sans intérêt de faire connaître les revendications adoptées par le Congrès de 1889 et sur lesquelles s'appuie la proposition de loi dont nous parlons plus haut. Les voici :

- Limitation de la journée de travail à un maximum de huit heures pour les adultes.
- Interdiction du travail des enfants au-dessous de quatorze ans, et, de quatorze à dix-huit ans, réduction de la journée de travail à six heures pour les deux sexes.
- Suppression du travail de nuit, sauf pour certaines branches d'industrie dont la nature exige un fonctionnement ininterrompu.
- Interdiction du travail des femmes dans toutes les branches de l'industrie qui affectent plus particulièrement l'organisme féminin.
- Suppression du travail de nuit pour les femmes et les ouvriers de moins de dix-huit ans.
- Repos ininterrompu de trente-six heures au moins par semaine pour tous les travailleurs.
- Interdiction de certains genres d'industrie et de certains modes de fabrication préjudiciables à la santé des travailleurs.
- Suppression du marchandage par l'application du décret-loi de 1848.
- Suppression du paiement en nature, ainsi que des coopératives patronales.
- Suppression des bureaux de placement.
- Surveillance de tous les ateliers et établissements industriels, y compris

l'industrie domestique, par des inspecteurs rétribués par l'État et élus au moins pour moitié par les ouvriers eux-mêmes.

Non seulement l'idée d'une législation internationale du travail s'est agitée dans le monde des philosophes et des économistes, mais encore elle est entrée dans le domaine diplomatique et parlementaire, grâce à la persévérance de la Suisse et à ses efforts.

Déjà en 1880, le gouvernement suisse avait pressenti à cet égard les autres gouvernements européens ; mais ses avances avaient été repoussées. En 1889, jugeant le moment plus favorable, il a renouvelé ses propositions, en invitant les divers gouvernements à se réunir à Berne, en septembre 1889, pour étudier, en vue de les régler par voie de convention internationale, la protection du travail des enfants et des femmes et le repos hebdomadaire. Cette fois la réponse n'a plus été une fin de non-recevoir. La France, l'Angleterre, l'Autriche, l'Italie, les Pays-Bas, la Belgique, le Portugal ont accepté, avec des réserves sur certains points de détail. L'Allemagne n'a pas répondu. Seule, la Russie a refusé pour des motifs d'opportunité. La préparation des travaux n'étant pas suffisante, la conférence a été ajournée au printemps de 1890. Sur ces entrefaites, l'empereur d'Allemagne a pris l'initiative de réunir à Berlin la conférence qui s'y tient actuellement et qui, ayant le même programme que celle de Berne, a entraîné l'ajournement *sine die* de cette dernière.

La réglementation internationale du travail a, bien entendu, ses partisans et ses adversaires.

Les arguments en sa faveur sont nombreux. Les modifications introduites dans le régime du travail par l'avènement de la grande industrie sont funestes pour les ouvriers : la famille est désorganisée ; le père est épuisé par un travail excessif et condamné à une vieillesse misérable ; la femme est arrachée au foyer domestique et jetée à l'usine, elle ne peut plus être ni épouse, ni mère ; l'enfant lui-même, enlevé dès son jeune âge, arrêté dans son développement physique, devient la proie du minotaure industriel.

Le chef d'usine, pour diminuer les salaires, tend à employer de plus en plus les femmes et les enfants, au détriment des hommes, et à prolonger de plus en plus la journée de travail.

L'oppression du faible et la dégénération de la race en seront la conséquence, si la société n'intervient pas pour les empêcher. C'est ce qu'elle a commencé à faire dans divers pays, en édictant des lois protectrices des ouvriers.

Mais l'action de l'État est limitée par la crainte d'écraser ses nationaux en leur imposant une charge dont les voisins seraient exempts. Aussi, certains hommes d'État estiment qu'une entente internationale doit précéder et non suivre les réglementations nationales du travail, afin d'universaliser la protection des ouvriers. Ce ne serait qu'un traité international de plus à ajouter à tous ceux qu'on a déjà conclus, et, d'ailleurs, on n'entrerait pas dans les détails ; on se contenterait, pour le moment, de fixer quelques points fondamentaux, quelques lignes générales.

Les adversaires de la réglementation internationale répondent que les abus dont on parle sont bien exagérés ; que les patrons, au lieu d'être réfractaires aux mesures de protection de leur personnel, ont pris, au contraire, les devants et organisé, par leur initiative privée, ces belles institutions patronales dont l'Alsace offre un si magnifique exemple et dont l'exposition d'Économie sociale, en 1889, a révélé toute l'importance et tous les bienfaits.

Ces institutions, d'ailleurs, sont pour le chef d'industrie une cause de prospérité et non d'appauvrissement ; la qualité du travail y gagne et l'expérience l'apprendra peu à peu à tous les intéressés, en les engageant à créer et à développer ces institutions.

L'ouvrier n'est plus un être faible et désarmé vis-à-vis d'un patron puissant. Les lois sur les coalitions, sur les syndicats, lui ont donné une arme efficace, avec laquelle il peut amener le patron à composition et lui faire la loi. Et, de fait, les salaires se sont notablement accrus.

On objecte aussi que la productivité du travail est en raison inverse de sa durée ; mais il est bien certain que c'est là une question de limite, qu'il convient de ne pas dépasser ni d'un côté, ni de l'autre.

Comment pourrait-on appliquer une réglementation uniforme du travail à des pays dont les mœurs, les coutumes, les habitudes, le tempérament sont si différents. Pour n'en citer qu'un exemple, la journée de travail pourra-t-elle réunir l'assentiment unanime des intéressés ?

L'heure de travail n'est pas également productive avec les ouvriers des différents pays ; son rendement varie beaucoup. Comment pourra-t-on en tenir compte ?

Une loi internationale du travail devrait couler tous les peuples dans le même moule, et la civilisation aurait plus à y perdre qu'à y gagner.

Après avoir exposé impartialement les arguments des partisans et des adversaires de la réglementation internationale du travail, M. Cheysson estime, quant à lui, que c'est à l'opinion publique, dont le pouvoir va sans cesse croissant, qu'il faut recourir pour avoir raison des abus qui peuvent se produire. Un progrès législatif n'est sérieux et durable que s'il est sanctionné par les mœurs. D'ailleurs, le monde du travail n'est pas aussi noir qu'on le prétend ; l'initiative privée des industriels a déjà beaucoup fait pour améliorer la condition du travail ; il faut s'en rapporter à elle pour continuer l'œuvre si bien commencée, et l'encourager au lieu de lui apporter des entraves.

Dans tous les cas, il est un point sur lequel tout le monde est d'accord : c'est le désir d'être éclairé, renseigné le plus possible. Aussi, la création de bureaux du travail, correspondant avec un bureau permanent international, siégeant à Berne, par exemple, serait très favorablement accueillie.

Nous croyons, en effet, avec M. Cheysson, que, dans ces graves questions, il convient de suivre, sans le devancer, le mouvement de l'opinion publique ; mais cette opinion doit être éclairée, elle doit se former en connaissance de cause, et il convient, à cet effet, de réunir le plus possible de documents et d'informations. À ce point de vue, la création de bureaux du travail, qui seraient essentiellement des bureaux de renseignements et de statistique, ne peut être qu'une excellente mesure, dont il faut souhaiter la réalisation.

H. M.

LA QUESTION DES TRAITÉS DE COMMERCE

Traité franco-turc. — Les difficultés soulevées par l'expiration du traité franco-turc (1) sont enfin résolues. Depuis le 13 mars, les marchandises importées de Turquie étaient soumises à un régime provisoire, consistant à leur appliquer le droit d'entrée seulement d'après le tarif conventionnel, mais en obligeant l'importateur à consigner une somme égale à la différence entre les droits du tarif général et ceux du tarif conventionnel, somme devant ou non lui être restituée suivant la solution qui serait adoptée définitivement. Le régime de la nation la plus favorisée sera, à l'avenir, appliqué à la Turquie, sous condition de réciprocité. Par suite, les sommes qui avaient été consignées en représentation de la différence entre les deux tarifs, seront remboursées.

Nous voilà donc fixés sur cette question assez secondaire à côté de celle du renouvellement général des traités de commerce ; néanmoins elle a donné lieu à des discussions bien étendues, qui font présager l'ampleur et l'importance de celles que va soulever le nouveau régime économique à adopter à partir de 1892.

La solution que nous venons d'indiquer a été approuvée par la Chambre des députés, dans sa séance du 24 mars, à la suite d'une interpellation de MM. Turrel et Deloncle.

M. Turrel, dont nous avons déjà fait connaître l'opinion (2), prétendait que le précédent cabinet a eu tort de confondre nos droits, dans l'Extrême-Orient, tels qu'ils résultent des capitulations, avec nos tarifs douaniers, car, tandis que les privilèges qu'elles consacrent ont toujours été maintenus, nos relations douanières ont subi de perpétuelles fluctuations, et ont été souvent modifiées, notamment en 1830, en 1832 et surtout en 1861 ; aussi avons-nous le droit d'appliquer notre tarif général aux produits de la Turquie.

Des observations présentées par les autres orateurs, nous tenons surtout à retenir les discours de M. Ribot, Ministre des Affaires étrangères, et celui de M. Méline.

Le Gouvernement, tout en ayant l'air de condamner l'initiative du précédent Ministère, d'avoir fait revivre le traité de 1802 sans consulter le Parlement, fait valoir qu'il y a un intérêt supérieur à ne pas rompre brusquement avec la Turquie.

D'après le nouveau Ministre des Affaires étrangères, M. Ribot, l'émotion soulevée par l'interprétation qu'avait donnée au traité de 1802 son prédécesseur, venait de ce que l'on craignait de nous voir liés indéfiniment par l'article 9 de ce traité (3), qui serait, pour ainsi dire, une seconde édition du traité de Francfort. Le nouveau Gouvernement s'est complètement associé à ces sentiments et il a résolu de pratiquer une politique qui assurât la défense de nos intérêts, tout en réservant notre liberté d'action pour le moment où nous établirons notre nouveau régime économique. Nous avons encore, en Turquie et en Egypte, une situation considérable, bien qu'inférieure à ce qu'elle fut dans le passé ; nous devons la défendre et même l'étendre. D'autres pays étant à la veille de traiter avec la Turquie, ne serait-il pas dangereux d'appliquer subitement à ce pays notre tarif général ? Une telle conduite pourrait apporter à notre commerce en Orient de grandes surprises et un cruel réveil.

Dans ces conditions, le nouveau cabinet a pensé qu'il était préférable d'appliquer, sous condition de réciprocité, aux produits turcs, le traitement de la nation la plus favorisée, étant bien entendu que nous ne sommes point liés indéfiniment et que nous pourrions reprendre notre liberté d'action avant comme après 1892. Lorsque le Parlement établira le nouveau régime économique de la France, il fixera nos rapports avec la Porte. Il ne faut pas résoudre une à une des questions si complexes, mais les envisager dans leur ensemble, de façon à bien dégager l'intérêt supérieur du pays.

La résolution proposée par M. Ribot a été appuyée par M. Méline.

« Cette résolution, a-t-il dit, me semble de nature à donner satisfaction à tout le monde : au Parlement, dont elle respecte et consacre les droits ; aux viticulteurs, qui ne resteront pas sans défense ; enfin à tous ceux qui ont le souci de notre situation politique et diplomatique en Orient.

» Tout le monde sait que nous ne pouvons pas appliquer à la Turquie notre tarif général. La situation est particulière et unique dans ce pays. Il n'y a pas de tarif général, mais seulement le régime conventionnel. Si donc ce régime disparaît, on tombe dans l'arbitraire ; et personne n'aurait voulu prendre, dans une pareille situation, la responsabilité de livrer notre commerce en Orient à l'arbitraire de la Porte. Il n'y a pas d'autre solution possible que le traitement de la nation la plus favorisée jusqu'en 1892.

» En 1892, la France aura à décider sous quel régime économique elle veut vivre, et, si ce régime est celui que j'entrevois, la Turquie ne pourra pas nous refuser le traitement de la nation la plus favorisée. Seulement, il ne faut pas que nous commettions d'imprudences. Des

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 20, p. 444, et n° 21, p. 430.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 20, p. 412.

(3) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 21, page 430.

discussions comme celle-ci ne peuvent avoir d'autre effet que d'aigrir nos relations avec les nations étrangères.

» N'anticipons pas sur cette date. Ne nous occupons que de l'intervalle de temps qui nous en sépare. Et, jusque-là, accordons à la Turquie le traitement de la nation la plus favorisée. Le Gouvernement nous donne la certitude que nous serons absolument libres en 1892. Nous ne pourrions donc que le gêner en prolongeant la discussion.

» Nous ne pouvons pas laisser plus longtemps nos nationaux dans l'incertitude où ils se trouvent actuellement. Il y a, en effet, un tarif général et un tarif conventionnel, et on les appliquerait simultanément l'un et l'autre aux importations de la Turquie. Une pareille situation ne peut pas se prolonger : elle gêne tout le monde et n'offre aucun avantage pour personne ; tandis que les arrangements du Gouvernement donneront satisfaction à tous. »

Après les observations présentées par M. Méline, la Chambre a voté par 506 voix contre 23 un ordre du jour approuvant les résolutions prises par le Gouvernement.

Voilà donc la question du traité franco-turc réglée.

Nous avons dit précédemment que les difficultés soulevées par cette question avaient été principalement occasionnées par la grande quantité de raisins secs que nous expédie chaque année la Turquie. Aussi, les députés des régions vinicoles ont-ils déposé une proposition de loi tendant, sous une forme déguisée, à établir un droit de douane de 30 francs par 100 kilogrammes à l'entrée des raisins secs destinés à la fabrication du vin ; le droit actuel est de 6 francs. Ils demandent que les fabriques de vins de raisins secs soient placées sous le régime résultant des lois actuellement en vigueur pour les distilleries d'alcool, avec un droit de fabrication de 8 francs par hectolitre de vin, et qu'en outre les raisins secs ne puissent plus circuler qu'au moyen d'acquits à caution ou de congés.

ÉMILE BERT,

Ingénieur des Arts et Manufactures,

Docteur en droit,

Professeur à l'École commerciale de Paris.

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

LES LOIS D'AFFAIRES

Réorganisation du Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie. — Organisation du service des Ponts et Chaussées. — Création d'un Ministère du Travail.

Dès le début de la première session ordinaire de cette législature, la Chambre des députés a été saisie de propositions de loi et de projets qui rentrent dans le cadre des questions dont le *Génie Civil* s'est donné pour mission d'entretenir ses lecteurs. Nous voudrions faire connaître ici les projets et propositions de loi déposés par des sénateurs ou des députés, depuis le dernier renouvellement de la Chambre, indiquer par quelles étapes de la procédure parlementaire passeront ces projets et leur état d'avancement, soit devant les Commissions nommées pour les examiner, soit en séance publique. En un mot, nous nous proposons de faire pour ces projets de loi, qu'on pourrait désigner par ce nom générique de *lois d'affaires*, se rapportant aux matières traitées dans cette Revue, ce que nous avons fait pour le projet relatif à l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine.

Pour aujourd'hui, nous parlerons de trois projets qui empruntent aux circonstances présentes une importance spéciale et qui sont la reproduction d'anciennes motions dont les Chambres ont été déjà saisies : projet pour la réorganisation du Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie ; projet relatif à l'organisation du service des Ponts et Chaussées ; proposition de résolution tendant à la création d'un ministère du Travail.

Projet de loi pour la réorganisation du Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie. — Ce projet a été déposé par M. Félix Faure, député de la Seine-Inférieure, et déposé sur le bureau de la Chambre le 20 février 1890.

Dans son rapport, rédigé à l'appui de ce projet, M. Félix Faure rappelle les origines du Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie, qui est né d'un arrêt du Conseil du roi en 1700 ; puis, après avoir montré que la réorganisation de ce Conseil supérieur sur de nouvelles bases s'impose aujourd'hui, il déclare que dans sa pensée la consultation préalable du Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie sera, non plus facultative, mais obligatoire dans toutes les questions concernant les modifications à apporter au tarif douanier, les mesures tendant à l'application de ces tarifs et sur les projets de traités de commerce et de navigation.

Sera-t-il nécessaire de convoquer ce Conseil supérieur dans tous les cas où il devra être consulté ? En dehors de la session ordinaire et des réunions extraordinaires qui peuvent avoir lieu, il peut se présenter des circonstances où l'on aura besoin d'avoir son avis dans le plus bref délai. Pour répondre à cette préoccupation, M. Félix Faure a décidé, dans les articles 11, 12 et 13 de son projet, que le Conseil supérieur élit, chaque année, parmi ses membres, une « section permanente », qui se réunira tous les mois, sous la présidence du ministre ou de son délégué.

Cette section donnerait son avis sur toutes les questions sur lesquelles le Gouvernement jugerait à propos de la consulter. Pour les affaires soumises au Conseil supérieur, elle pourrait jouer le rôle d'une Commission parlementaire.

Voici comment serait composé, d'après M. Félix Faure, le Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie : dix membres nommés par le Gouvernement ; vingt membres de droit choisis parmi les représentants des divers services publics ; soixante autres membres répartis en deux sections, section commerciale et section industrielle, composées chacune de trente membres : dix présidents ou délégués de Chambres de commerce des circonscriptions les plus importantes et vingt élus.

Les quarante membres élus seraient nommés au scrutin de liste par tous les membres des Chambres de commerce et d'industrie formant un seul collège.

Ce projet a été renvoyé à l'examen de la Commission relative à la représentation commerciale et industrielle.

Proposition relative à l'organisation du service des Ponts et Chaussées.

— Ce projet, présenté par M. Emile Brousse et plusieurs de ses collègues, a été déposé sur le bureau de la Chambre le 27 janvier dernier.

Cette proposition a pour but d'apporter à l'organisation du corps des Ponts et Chaussées des modifications depuis longtemps réclamées par l'opinion publique, et que les assemblées précédentes ont accueillies favorablement, mais sans trouver le temps de les discuter à fond et de les faire entrer dans la loi. Espérons que cette réforme, qu'on peut aborder cette fois au début de la législature, puisque la proposition de M. Emile Brousse a déjà été prise en considération, le 13 mars dernier, par la troisième Commission d'initiative, pourra être menée à bonne fin. N'est-il pas profondément regrettable, en effet, de voir que tant d'efforts successifs ont tour à tour échoué et que les projets dressés sur cette question par M. Cantagrel en 1881 ; les propositions de M. Latrade et de M. Jean David en 1882 ; les études faites, à la demande de M. Sadi-Carnot, par le Conseil des Ponts et Chaussées ; les projets déposés par MM. Varroy et Raynal, en qualité de ministres des Travaux publics ; le remarquable rapport de M. Ménard-Dorian et d'autres documents analogues n'ont pu amener aucun résultat législatif ?

Nous sortirions de notre rôle et de nos attributions en appréciant et en discutant les dispositions de cette proposition de loi ; nous nous bornerons à dire qu'elle règle la division du corps des Ponts et Chaussées, l'échelonnement des différents grades, les cadres, l'avancement, les résidences, les positions diverses du personnel, enfin qu'elle donne aux conducteurs des Ponts et Chaussées les satisfactions morales et pécuniaires si souvent promises et auxquelles ils ont droit.

Proposition de résolution tendant à la création d'un Ministère du Travail. — Cette proposition, qui émane de l'initiative de M. Camille Raspail, a été déposée sur le bureau de la Chambre le 3 mars dernier. Dans son rapport, M. C. Raspail rappelle qu'il a déjà présenté cette proposition de résolution à la précédente Chambre ; mais elle ne fut pas prise en considération par la 10^e commission d'initiative parlementaire. Le rapport de cette commission fut déposé le 5 avril 1887, mais ses conclusions ne vinrent jamais en discussion.

A l'appui de sa proposition, M. C. Raspail cite la résolution du Conseil fédéral suisse, qui, il y a dix-huit mois, a invité les gouvernements de l'Europe à se faire représenter au Congrès qui devait se réunir à Berne et dont le programme formerait l'objet des principales attributions du ministère du Travail.

Ce Congrès, appelé à poser les bases de la législation et de l'organisation internationale du travail, a, sans doute, inspiré au jeune Empereur d'Allemagne l'idée des rescrits impériaux, et le projet de remplacer la Conférence de Berne par la Conférence de Berlin, réunie en ce moment.

M. Raspail invoque ensuite, en sa faveur, l'exemple des États-Unis. Le 18 novembre 1886, le gouvernement des États-Unis avait institué, par une loi fédérale, votée le 27 juin 1886, à Washington, au ministère de l'Intérieur, un *bureau du travail*, chargé de centraliser toutes les informations relatives au travail, à ses rapports avec le capital, aux heures de travail, aux salaires des travailleurs, hommes et femmes, et aux moyens à employer pour améliorer leur situation matérielle et sociale, intellectuelle et morale.

M. Carroll D. Wright fut chargé de le diriger, avec le titre de Commissaire du Travail. Chaque année, la commission du Travail devait présenter au ministre de l'Intérieur un rapport. Ce rapport devait surtout fournir les renseignements sur la question des crises en général.

Ce bureau du Travail prit, en peu de temps, une si grande importance que, le 13 juin 1888, un décret de M. Cleveland, président des États-Unis, inaugurait le ministère du Travail. M. Carroll D. Wright, commissaire du bureau du Travail, fut placé à la tête du nouveau ministère.

Ce ministère, qui compte 70 employés, choisis dans les bureaux de statistique et de législation des différents États, doit fournir tous les ans, au Congrès des États-Unis, un tableau comparatif des salaires dans les différents pays du monde. Il doit faciliter l'organisation du crédit, indiquer les cas où l'intervention du gouvernement est nécessaire, organiser les syndicats ouvriers, « être, en un mot, dit une circulaire ministérielle, toujours prêt à aider l'ouvrier quand il le demande, mais rien que dans ce cas ».

Fort de ces précédents, M. C. Raspail propose le projet de résolution suivant :

La Chambre invite le Gouvernement à créer un nouveau ministère qui prendra le titre de *Ministère du Travail* et aura pour attributions :

1^o La législation internationale du travail ; 2^o l'organisation du travail ; 3^o l'hygiène des ateliers ; 4^o la réglementation du travail ; 5^o la colonisation de l'Algérie et de la Tunisie ; 6^o enfin, toutes les questions se rattachant au travail des villes et des campagnes : Syndicats. — Associations ouvrières. —

Prêts agricoles. — Conseils de prud'hommes. — Caisses de retraites pour la vieillesse, de secours mutuels, des invalides du travail. — L'assurance contre les accidents. — La protection de la femme et de l'enfant dans les usines et manufactures. — Les Sociétés coopératives, et encourager les patrons qui font participer leurs ouvriers dans les bénéfices.

Cette proposition est soumise à une commission d'initiative qui n'a pas encore statué.

(A suivre.)

LATOUCHE.

INFORMATIONS

La conservation des Palais du Champ de Mars.

Le préfet de la Seine a communiqué lundi dernier au Conseil municipal de Paris le nouveau projet relatif à la conservation des palais du Champ de Mars.

Dans le projet primitif, que nous avons donné précédemment dans le *Génie Civil* (1), la Ville et l'Etat se partageaient les édifices. La Ville avait les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux, le parc central et les fontaines lumineuses, moyennant l'abandon de sa part dans les bénéfices de l'Exposition et le versement d'une somme de 4 millions. L'Etat prenait la galerie des Machines, le dôme central, et se chargeait, après la mise en état des parcs et palais, d'installer à Issy un champ de manœuvres pour la cavalerie, champ de manœuvres de 68 hectares et dont l'acquisition était évaluée 9 millions.

La Commission de la Chambre des députés chargée d'examiner cette opération a trouvé le projet trop onéreux pour l'Etat, en raison vraisemblablement de l'aléa provoqué par les expropriations nécessitées par l'ouverture du nouveau Champ de Mars d'Issy. En conséquence, le Ministère du Commerce a établi un contre-projet qui dégage complètement l'Etat et remet à la Ville de Paris la charge de l'opération.

D'après les articles 1 et 2 de ce contre-projet, la Ville deviendrait propriétaire du Champ de Mars et des palais, sauf les galeries des Expositions diverses, qui vont être démolies et vendues par l'Etat. En échange de la propriété du Champ de Mars, la Ville de Paris s'engagerait, moyennant une subvention de l'Etat de 8 millions de francs, à créer le champ de manœuvres d'Issy, la Ville faisant d'ailleurs abandon, pour constituer cette somme de 8 millions de francs, de sa part dans les fonds disponibles résultant des diverses opérations de l'Exposition universelle.

En outre, la Ville de Paris céderait à l'Etat, avec affectation au service militaire, la nue propriété du sol de la partie du bois de Vincennes sur laquelle doit être édifiée la nouvelle caserne de cavalerie destinée à la garnison de Paris, c'est-à-dire une superficie de terrain d'environ 8 hectares.

Enfin, la Ville exécuterait à ses frais les travaux nécessaires pour que les rues conduisant de l'Ecole militaire et de la caserne Dupleix au nouveau champ de manœuvres soient macadamisées et maintenues en bon état sur tout le parcours qu'auraient à suivre les troupes à cheval.

L'article 3 de la convention stipule que la Ville de Paris prendrait les monuments et les jardins du Champ de Mars tels qu'ils sont actuellement, et qu'elle s'engagerait à maintenir en bon état les bâtiments, parcs et jardins occupant tout le Champ de Mars et à n'en aliéner aucune portion, à moins d'accord entre les parties contractantes.

Dans le cas où une Exposition universelle aurait lieu au Champ de Mars, l'usage gratuit du Champ de Mars et des bâtiments qu'il renferme serait assuré à l'Etat, à la charge par lui de les rétablir en bon état, ou de s'entendre avec la Ville de Paris dans le cas où il conviendrait à celle-ci de conserver les dispositions nouvelles qui auraient été apportées à la situation actuelle.

Enfin les articles 4 et 5 disent que la convention à intervenir sera approuvée par une loi stipulant la déclaration d'utilité publique du nouveau champ de manœuvres, d'une contenance de 63 hectares environ, et qu'il sera ouvert au préfet de la Seine, pour l'opération du nouveau champ de manœuvres et pour les travaux à faire dans les palais et le parc du Champ de Mars, un crédit de 12 000 000 de francs à provenir tant du champ de concours de l'Etat fixé à 8 000 000 de francs, que de la somme de 4 000 000 de francs votée par le Conseil municipal de Paris dans sa séance du 30 décembre 1889 pour l'opération du Champ de Mars.

Le Ministre du Commerce demandait au préfet de la Seine de prier le Conseil municipal d'examiner cette affaire de manière que les Chambres soient saisies de l'opération avant les vacances de Pâques; il y a, en effet, des traités de location de fermes métalliques qui sont à expiration. Le Conseil municipal a renvoyé l'étude de cette question aux commissions du budget et de l'Exposition.

Réouverture de la Tour de 300 mètres.

La Tour Eiffel, qui était fermée depuis le mois de novembre, sera rouverte au public le dimanche 30 mars. Cette fermeture a été mise à profit pour faire quelques réparations et orner davantage les différents étages du colosse de fer.

Au 1^{er} étage, on trouvera un grand restaurant et une brasserie-restaurant; les deux autres salles sont transformées, l'une en casino-

salon de lecture, l'autre en salle de fêtes, spécialement réservée aux banquets, bals, etc. Un bar est installé au 2^e étage, dans le pavillon du « Figaro », un autre au troisième étage. Cette dernière plate-forme constitue aujourd'hui un véritable salon très confortable avec divans, bureaux, fumoirs, etc.; le téléphone et le télégraphe y fonctionneront quotidiennement, et des boîtes aux lettres, avec deux levées par jour, y seront mises à la disposition du public.

Le prix des ascensions est ainsi fixé :

	En semaine.	Dimanches et fêtes.
Jusqu'au 1 ^{er} étage	Fr. 1 »	0 50
Du 1 ^{er} au 2 ^e étage	1 »	0 50
Du 2 ^e au 3 ^e étage	2 »	1 »
TOTAL	Fr. 4 »	2 »

Les musées industriels.

L'utilité des musées industriels est si incontestable, qu'on s'étonnera de n'en trouver que quelques-uns en France, parmi lesquels celui de Lyon est assurément le plus beau et même le plus riche du monde entier. La lacune qu'on remarque à ce point de vue dans notre pays a donné l'idée à M. Marius Vachon d'étudier à l'étranger l'influence exercée par les musées industriels, et de montrer le rôle intéressant qu'ils pourraient jouer dans nos grands centres de production.

Il est indéniable, par exemple, qu'en Allemagne, le *Musée de l'Association d'Art et d'Industrie pour la province du Rhin et la Westphalie*, dont l'organisation est remarquable, a déjà fourni à un grand nombre d'ouvriers le moyen de se perfectionner dans leurs métiers, par l'étude d'œuvres d'art et la lecture d'ouvrages techniques.

Ce musée met à la disposition du public les consultations gratuites d'un bureau de renseignements industriels et commerciaux et de corrections de dessins; il envoie des professeurs faire des conférences dans les campagnes et les centres de production, en même temps qu'il organise des expositions coïncidant avec les fêtes locales et les foires. Il ne compte pas moins de dix mille adhérents, tous ouvriers de toutes corporations.

En France, il n'y a guère que le musée de Saint-Étienne, de fondation toute récente, qui puisse rivaliser avec celui dont nous parlons. M. Vachon le considère d'ailleurs, à bon droit, comme le modèle de ceux qu'on ne tardera pas à installer, espérons-le, dans les centres industriels.

Ce musée comprend deux sections : la rubanerie et l'armurerie, c'est-à-dire les deux principaux éléments d'industrie de Saint-Étienne.

Dans la section de la rubanerie, les collections qui y ont été exposées présentent les types les plus remarquables de tous les ateliers connus et qui peuvent le plus heureusement inspirer les manufacturiers, les ouvriers et les dessinateurs.

Dans la section de l'armurerie, on a réuni les plus beaux spécimens, anciens et nouveaux, de fusils et de revolvers, tant français qu'étrangers. Les collections s'enrichissent de modèles au fur et à mesure des inventions nouvelles, de manière à tenir nos fabricants au courant de ce qui se produit dans les centres de concurrence. Dans cette même section, on recueille également avec soin les pièces d'orfèvrerie, de ferronnerie, de quincaillerie, les meubles anciens, etc., qui sont autant de documents pour les ouvriers.

Bateau-pompe à incendie.

On construit actuellement à New-York un bateau-pompe d'une grande puissance, destiné à combattre les incendies qui se produisent à bord des bâtiments au mouillage. Les roufles du pont de ce bateau seront en acier, ainsi que les panneaux des fenêtres, de manière qu'il puisse accoster les navires en feu sans qu'il y ait le moindre danger d'incendie pour lui-même. Il sera muni de six garde-feu mobiles, qui serviront d'abri aux pompiers. On y installera quatorze robinets de prise d'eau, sept à chaque bord; l'arrière en sera également pourvu de cinq. Il pourra combattre efficacement l'incendie jusqu'à une distance de 600 mètres environ.

Projet de pont sur le Bosphore.

Un syndicat français propose, d'après ce que rapporte le journal anglais *Iron*, la construction d'un pont sur le Bosphore. On estime que ce pont, qui réunirait le réseau européen des chemins de fer à celui que l'on établirait en Asie, rendrait d'assez grands services pour justifier l'énorme dépense qu'entraînerait son établissement. Les ingénieurs français qui ont établi le projet de ce pont, ont fixé comme point de départ sur la rive européenne Roumeli-Hissar, dont la distance à la rive asiatique est d'environ 800 mètres; cette distance serait peut-être franchie en une seule travée. Cette œuvre dépasserait donc comme portée le pont du Forth, dont les plus grandes travées n'ont que 500 mètres de portée.

Congrès d'hygiène et de sauvetage de Toulon.

Le Congrès d'hygiène et de sauvetage de Toulon, qui devait avoir lieu du 8 au 14 avril prochain, est remis à la date du 15 au 22 avril.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 7, p. 483, et n° 40, p. 247.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 24 janvier 1890.

Présidence de M. GRIMALX.

M. BÉRAL communique, au nom de M. Anger et au sien, les résultats obtenus par l'action du chlorure d'éthylmalonyl sur l'éthylbenzène en présence de chlorure d'aluminium. Il se forme dans cette réaction 60 % du rendement théorique en diéthylbenzène, et une diacétone fusible à 88-89°, l'éthyl-diéthylidibenzoylméthane. Cette diacétone se dédouble par la potasse en acide p.-éthylbenzoïque et en éthylphénylpropylacétone bouillant à 150° sous 20 millimètres de pression. Il se forme encore dans cette réaction des corps désignés sous le nom d'acides à sels rouges, dont les auteurs poursuivent la constitution.

M. TANRET, au nom de M. Maquenne et au sien, expose les propriétés des inosites dextrogyre et de lévogyre, la première préparée avec la pinite par M. Maquenne, la deuxième par lui, au moyen de la québrachite.

En mêlant des solutions de ces inosites actives, ils ont obtenu une inosite inactive, ou racémo-inosite, dont les propriétés sont tout à fait différentes de celles de ses générateurs. On a là une isomérisie analogue à celle des acides tartriques, droit, gauche, racémique et inactif. Dans ce cas, l'inosite ordinaire deviendrait l'inosite inactive par nature. Les auteurs se proposent de continuer leurs recherches sur cette question.

M. A. GAUTIER présente, de la part de M. Doumer, un travail sur les pouvoirs réfringents moléculaires des sels en solution. L'auteur appelle pouvoir réfringent moléculaire le produit μP_m du pouvoir réfringent spécifique du sel en solution μ (par rapport à l'eau) par le poids moléculaire de ce sel P_m .

Il résulte de ses observations, exécutées aujourd'hui sur 98 substances, que le produit μP_m est constant pour les sels, quelle que soit la nature de leurs acides ou de leurs bases, à la seule condition que le nombre de valences de l'élément métallique soit lui-même constant. Ainsi les chlorures $M'Cl$ ont le produit $\mu P_m = 21,5$ en moyenne; les azotates $M'AzO_3$ $\mu P_m = 21,7$; les chlorates $= 21,0$. Au contraire, les chlorures bivalents $M''Cl_2$ ont $\mu P_m = 42$, en moyenne; les sulfates $M''SO_4 = 47,5$; les carbonates $M''CO_3 = 41,2$; les phosphates $PO_4HM'' = 42,3$.

Le pouvoir réfringent moléculaire des sels dépend du nombre de valences apportées par l'élément métallique et s'accroît pour chaque valence de 20,7 environ.

Les sels doubles ont un pouvoir réfringent moléculaire qui est la somme de ceux des sels simples qui entrent dans leur constitution.

Ces lois conduisent M. Doumer à la notion nouvelle de masses optiquement équivalentes qu'il se propose de développer ultérieurement.

M. A. Gautier ajoute que ces résultats lui avaient été communiqués par l'auteur au commencement de juillet 1889, et qu'il l'avait alors engagé à appliquer ses intéressantes observations à la détermination de la valence du cerium et des métaux des terres rares. Cette nouvelle portée du travail de M. Doumer lui a fait retarder la publication d'études qui l'occupent depuis plusieurs années et qu'il publie, quoique incomplètes encore à quelques égards, pour en garder la propriété. M. B. Walter venant de donner aux *Annales de Wiedemann* une note sur le même sujet, mais où l'auteur n'a examiné que huit sels, nombre insuffisant pour établir et généraliser des lois.

M. LINDET a observé qu'une solution de raffinose absorbe une quantité de chaux d'autant plus grande que la solution est plus concentrée. Cette quantité est inférieure d'un tiers environ à celle qui serait absorbée par une solution de saccharose de même concentration. Le raffinosate de chaux est moins soluble que le sucrate de chaux, et on peut, soit en précipitant par une quantité d'alcool limitée une mélasse de sucrate saturée de chaux, soit en traitant par une quantité de chaux limitée une mélasse additionnée d'alcool, obtenir un produit sucré plus riche en raffinose que le produit primitif, et, en répétant plusieurs fois l'opération, parvenir peut-être à extraire de la mélasse le raffinose qu'elle contient.

MM. LEBEL et WEYER ont tenté de déterminer les formes cristallines du bromure de carbone, qui est un octaèdre orthorhombique très voisin du cube. La bissectrice aiguë des axes optiques coïncide avec la

ligne des sommets aigus. Les auteurs ont aussi pu observer les anneaux dans le bromoforme qui est à un seul axe optique.

Cette étude a été entreprise dans l'intention de déterminer jusqu'à quel point l'hypothèse du tétraèdre régulier, servant de base aux démonstrations de M. V. t'Hoff, se vérifie dans les formes cristallines.

M. FRIEDEL présente, de la part de M. Istrati, un certain nombre de notes provenant du laboratoire de Bucharest:

M. ISTRATI, dans l'action de l'acide azotique fumant sur la benzine perchlorée, a obtenu de la quinone perchlorée. Il a constaté la transformation de la benzine paradichlorée en son isomère méta par l'action du peroxyde de plomb;

M. PÉTRICOU propose d'effectuer les chlorurations des corps aromatiques par l'action du chlore en présence de chlorure d'étain;

MM. EDELEANO et BUESSTEANO décrivent des acides aromatiques non saturés obtenus par l'action des chlorures d'acides sur les aldéhydes;

M. GEORGESCO, faisant réagir l'acide sulfurique sur le phénol tribromé, a obtenu des produits de bromuration du phénol plus avancés, ainsi qu'une francène.

M. VERNEUIL présente, de la part de M. Terreil, un thermomètre destiné à prendre les points de fusion des corps gras, et décrit quelques résultats obtenus à l'aide de cet appareil sur les points de fusion des mélanges de corps gras.

Séance du 7 février 1890.

Présidence de M. GRIMALX.

M. AUBIN, en son nom et à celui de M. Quénot, indique une méthode permettant de doser dans les engrais l'azote sous ses trois états d'azote organique, d'azote nitrique et d'azote ammoniacal. M. Aubin traite l'engrais à analyser par une solution de tannin à 2 %, qui insolubilise la matière albuminoïde, dont on peut ensuite doser l'azote par le procédé Kjeldahl. La partie soluble, débarrassée du précipité tannique, contient les sels ammoniacaux et les nitrates, que l'on dose par les méthodes ordinaires.

M. C. CHABRIÉ, après avoir rappelé les expériences de M. H. Moissan, relatives à la production d'un gaz obtenu par l'action du fluor sur le carbone chauffé, présente à la Société une méthode générale de synthèse des fluorures de carbone, au moyen du fluorure d'argent et des chlorures de carbone chauffés ensemble, en tube scellé.

Après avoir constaté que les chlorures de carbone sont transformés en fluorures par ce procédé, l'auteur donne l'analyse du produit obtenu avec CCl_4 : c'est le tétrafluorure CF_4 , gaz incolore, fumant à l'air, inattaquable à froid par l'eau, soluble dans la benzène et n'attaquant pas ce carburé à 200°.

Dans un autre travail, M. C. Chabrié a fait réagir le tétrachlorure de carbone sur le phénate de soude; il a obtenu une très petite quantité d'un corps dont toutes les propriétés physiques sont celles de l'aurine; de plus, la solution alcaline de ce corps, traitée par la poudre de zinc, se décolore pour donner le leuco-dérivé.

Enfin, M. Chabrié a étudié avec M. Lapicque l'action physiologique de l'acide sélénieux. C'est un poison violent. Il paraît avoir surtout une action irritante.

M. MOISSAN a annoncé l'existence de fluorures de carbone, dans une conférence faite à la Société de physique; il rappelle qu'il les a obtenus par l'action du fluor sur les diverses variétés de carbone, ainsi que par l'action des vapeurs de chlorure de carbone sur le fluorure d'argent chauffé. Il indique que l'action du fluor sur les diverses variétés de carbone est très différente et permet de les reconnaître.

M. LE CHATELIER s'est proposé, en étudiant la conductibilité électrique du fer et des aciers, de préciser les conditions dans lesquelles se produit la transformation moléculaire du fer découverte par M. Osmond. Les chiffres suivants donnent la résistance en ohms de fils de 1 mètre de longueur et 1 millimètre de diamètre. (Expériences faites dans l'hydrogène.)

	Température			
	15°	500°	830°	1400°
Fer soudé d'Audincourt . . .	0,44	0,64	1,32	4,44
Acier demi-basique du Tronçais	0,49	0,71	4,36	4,47
Acier mi-dur de Firminy . . .	0,46	0,67	1,30	4,33
Acier à 3 % de silicium . . .	0,51	0,96	4,43	4,57
Acier à 13 % de manganèse . .	1,06	1,64	1,90	4,98
Acier à 25 % de nickel . . .	0,99	1,36	1,50	4,56

Les quatre premiers métaux présentent une variation brusque dans l'accroissement de la conductibilité à une température qui a oscillé de 820 à 840°, variations qui ne dépassent pas les erreurs possibles sur les mesures de température. La transformation moléculaire signalée par M. Osmond, pour le fer doux, se produit donc aussi dans les aciers proprement dits et à la même température, pourvu que les variations de température soient assez lentes.

Les deux derniers aciers, qui sont en réalité de véritables alliages, ne présentent plus cette transformation. Il faut donc admettre, ou bien que ces alliages ne renferment plus de fer libre et constituent une véritable combinaison ayant des propriétés distinctes de celles des composants; ou bien que le fer persiste jusqu'à la température ordinaire sous la variété normalement stable au-dessus de 830°.

La transformation du carbone s'est manifestée, à 700° acier mi-dur et 720° acier dur, par une variation brusque de l'accroissement de conductibilité; mais à cette température, le point anguleux est tourné vers la convexité de la courbe; il est donc moins visible que celui de la transformation du fer.

M. GORGEU communique à la Société le résultat de ses analyses de psilomélanes et de wads, analyses d'où il résulterait que ces minerais peuvent être considérés comme des manganites complexes hydratés. La composition des échantillons cristallisés peut être exprimée par l'une des formules $3MnO_3 \cdot RO, 1$ ou $3H_2O, RO$, comprenant toujours du protoxyde de manganèse, de la baryte, de la chaux, de la magnésie et des alcalis en proportion variable.

BIBLIOGRAPHIE

L'Année électrique, par Ph. DELAHAYE, ancien élève de l'Ecole polytechnique. — Sixième année. — Baudry et Cie, éditeurs, Paris, 1890. — Prix: 3 fr. 50.

Le 6^e volume de *L'Année électrique*, que publie avec un talent universellement apprécié notre confrère M. Ph. Delahaye, vient de paraître. Les inventions et applications de l'électricité auxquelles a donné lieu l'Exposition universelle de 1889, et que l'auteur a méthodiquement relatées, ajoutent encore à son intérêt.

Le chapitre I^{er} est consacré à l'éclairage électrique: machines dynamos, dispositions nouvelles et perfectionnements; régulateurs; lampes à arc et à incandescence; l'éclairage électrique à l'Exposition universelle de 1889; éclairage public et privé, à Paris, au moyen de l'électricité, etc.

Le chapitre II est relatif aux piles et accumulateurs. L'auteur décrit les piles nouvelles ainsi que les perfectionnements apportés aux piles primaires et secondaires; les nouveaux liquides excitateurs, et enfin les stations centrales et les accumulateurs.

Le chapitre III est consacré à la télégraphie: appareils et accessoires, câbles, parafoudres, etc.

Le chapitre IV traite de la téléphonie: phonographe Edison; graphophones; microphones nouveaux ou perfectionnés; câbles téléphoniques souterrains; précautions à prendre contre la foudre; téléphonie militaire, etc.

Dans les chapitres V et VI, nous trouvons des renseignements très intéressants sur l'électricité atmosphérique et l'électricité médicale.

Le chapitre VII est spécialement réservé à l'électrolyse et à la métallurgie électrique; l'auteur y décrit les modes de fabrication du sodium, du chlore, de la soude, au moyen de l'électrolyse; la préparation de l'aluminium, la fabrication de l'iode, la production du diamant, la désinfection des eaux d'égout, la soudure électrique, etc.

Dans le chapitre VIII, nous trouvons les applications de l'électricité aux chemins de fer: freins, cloches, manœuvre des aiguilles et des signaux, cabestans, éclairage des gares et des trains à l'électrification.

Le chapitre IX traite du transport et de la distribution de la force par l'électricité: moteurs, ponts roulants, grues et treuils électriques, hacheuse électrique; transmission électrique de la force à Bourgneuf, traction électrique, chemin de fer, etc., prix de revient de la traction électrique.

Enfin le chapitre X passe en revue les appareils de mesure, les résultats d'expériences et les applications diverses: rhéostats; galvanomètre; électromètre; compteurs électriques, etc.

Pour tous les articles non signés:

Le Gérant:

MAX DE NANSOUTY,

Ingénieur des Arts et manufactures.

IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Variétés : Régime des eaux de l'oasis de Biskra (Algérie), p. 449. — Chemins de fer : Les chemins de fer au Mexique (*suite et fin*), p. 451 ; JAMES GROSCLAUDE. — Physique industrielle : Recherches sur le pouvoir lubrifiant des huiles de graissage entreprises par le service central du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Est (*suite et fin*), p. 455 ; G.-A. RENEL. — Hygiène : La crémation en France en 1889, p. 457 ; HENRI MAMY. — Mécanique : Riveuse hydraulique de 200 tonnes (*planche XXXIX*), p. 459 ; — Pompes à fonctionnement

automatique pour le relevage des eaux d'égout (*planche XXXIX*), p. 460 ; — Arbres flexibles pour transmissions, p. 460 ; E. LISBONNE. — Exposition universelle de 1889 : La meunerie à l'Exposition universelle de 1889 (*suite et fin*), p. 461 ; SCHIELD-TREHERNE. — Informations : La conservation des Palais du Champ de Mars, p. 463 ; — Les ponts tubulaires, p. 463. SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société d'encouragement pour l'industrie nationale, séances des 10, 24 janvier et 14 février 1890, p. 464. — Société chimique de Paris, séance du 14 février 1890, p. 464.

Planches XXXIX : Riveuse hydraulique de 200 tonnes. — Pompes à fonctionnement automatique pour le relevage des eaux d'égout.

VARIÉTÉS

RÉGIME DES EAUX DE L'OASIS DE BISKRA (ALGÉRIE)

Biskra, la porte du Sahara, est aujourd'hui une station de chemin de fer, et tout voyage en Algérie comporte la visite de cette ville du désert, à côté de laquelle s'est édifiée une cité européenne, sous l'abri tutélaire d'un établissement militaire pouvant recevoir tout un corps d'armée.

L'oasis n'existe que par la présence d'une source d'eau sortant du

Ingénieur attaché à la construction du chemin de fer de Constantine à Biskra.

L'oasis de Biskra se trouve au pied des derniers contreforts des montagnes de l'Aurès, à 300 kilomètres de la mer, à laquelle il est relié par la ligne de Biskra à Constantine, du réseau de l'Est Algérien, et par celle de Constantine à Philippeville, exploitée par la Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.

L'oasis, c'est-à-dire la terre irrigable, occupe une surface de 12 à 1 300 hectares qui s'étendent au sud de la ville française, construite contre les murs du fort Saint-Germain. On y compte 150 000 palmiers-dattiers, sous lesquels on cultive des légumes ; on fait des céréales,



FIG. 4. — Une rue du vieux Biskra (Algérie).

pied d'une montagne, ou émergeant du sol, qui imprègne une surface donnée de terrain et s'évapore totalement par la végétation ou l'ardeur du soleil.

Aucune végétation n'existant dans ces pays sans l'irrigation, les premiers hommes qui, perdus dans le désert, ont rencontré ces sources, ont, dès l'origine, cherché à aménager ces eaux, pour les répandre sur la plus grande surface possible, et réglé le débit entre les occupants par des dispositions spéciales d'un intérêt particulier.

Il serait trop long, quoique bien intéressant, de remonter à l'origine de l'installation des premiers habitants dans ces contrées perdues dans le désert, sans communication avec les autres hommes, et d'exposer les diverses méthodes, si ingénieuses, dont on retrouve beaucoup de traces, même en Espagne. Nous nous bornerons à retracer l'état actuel, d'après les renseignements que nous communique M. Fock,

l'orge surtout, sur les terrains d'alentour, lorsque les eaux sont assez abondantes.

La population indigène occupe cinq villages de pauvres cabanes construites en briques cuites au soleil, et le village nègre annexe de toute agglomération un peu importante d'Arabes.

Alimentation. — Les sources qui alimentent Biskra émergent dans le lit et sur la rive droite de l'Oued Biskra, torrent toujours à sec qui écoule les eaux d'orage. La plupart d'entre elles, et notamment celles situées au fond de la rivière, s'écoulent dans des tranchées convergentes vers le barrage en aval du fort turc, où se trouve l'origine du grand canal d'irrigation, connu sous le nom de canal des sources. Celui-ci pourvoit aux besoins de l'arrosage. Sur la rive droite de l'Oued Biskra, et à l'abri des crues de la rivière, deux prises d'eau

assurent le fonctionnement d'une conduite destinée à alimenter les fontaines publiques de la ville française et celles du fort Saint-Germain.

En outre, une dérivation spéciale, dite canal des crues, permet d'utiliser une partie des eaux provenant des crues de l'Oued Biskra après avoir servi à remplir les citernes du fort Saint-Germain.

Canal des sources. — Le canal des sources (fig. 3) passe devant le fort et longe la grande esplanade, et arrive ainsi au premier point de partage où il se divise en quatre séguías principales qui desservent : la séguia *ab*, les villages de Ras el Gueria, de Gaddacha et de Medjenieh; la séguia *c*, le village de Bab El Darb; la séguia *d*, le village de Meid; la séguia *e*, l'annexe des Beni-Mora.

Ces séguías sont couvertes dans la traversée de la ville. Les petits canaux particuliers amenant l'eau dans les jardins, s'embranchent successivement sur ces artères principales. La première, la séguia *ab*, se double avant la sortie de la ville.

Le débit moyen du canal des sources est de 170 litres à la seconde. Sur ce total, une part de 12 litres est attribuée à la commune et au service du Génie militaire pour l'arrosage de leurs plantations respectives. La prise d'eau correspondante se trouve près de la porte Nord du fort Saint-Germain.

Canal des crues. — Le canal des crues part d'un endroit situé en amont du barrage, à peu de distance de l'origine du canal des sources, se développe parallèlement à ce dernier jusqu'au point où il pénètre dans la ville, puis continue en ligne droite sur le front nord-ouest, pour contourner ensuite le Biskra français et aller rejoindre finalement la séguia principale du village de Meid, après avoir croisé les autres séguías principales à leur sortie de la ville.

Les eaux qui passent dans le canal des crues doivent être rejetées dans les grandes séguías de distribution. A cet effet, le plafond de ce canal est un peu en contre-haut de celui du canal des sources, et, à partir du point en face de la gare, où les tracés des deux canaux bifurquent, le premier ne comporte plus qu'une pente très faible, tandis que le second conserve la déclivité initiale. Il en résulte que le canal des crues, en coupant les séguías principales, franchit celles-ci avec une différence de niveau de 0^m 60 à 0^m 80. Le passage s'effectue sur de petits aqueducs maçonnés de largeur décroissante, une division établie dans le canal à l'entrée de chacun de ces aqueducs laissant, au moyen d'une chute, tomber dans la séguia traversée, la quantité d'eau à laquelle elle a droit. Cette disposition n'existe pas, toutefois, à la jonction avec la séguia de Meid, qui s'opère directement et de niveau.

Les vannes qui commandent la prise d'eau du canal des crues en

amont du barrage, permettent de régler à volonté le débit de ce canal. Il s'élève rarement au-dessus de 200 litres à la seconde. Les crues ordinaires de l'Oued Biskra sont assez nombreuses, mais très irrégulières; leur durée est de 3 à 5 jours jusqu'à l'écoulement complet. Les fortes crues, au contraire, passent généralement en 24, ou tout au plus en 48 heures.

Conduite d'eau. — La conduite qui sert à approvisionner d'eau potable la ville française et le fort Saint-Germain, est alimentée par deux prises établies sur la rive droite de l'Oued Biskra, au nord de la ville. Ces prises consistent en des tranchées pourvues de drains et mesurant une longueur totale de 300 mètres. Le développement de la conduite jusqu'à son entrée en ville, atteint 3 300 mètres; elle est exécutée en tuyaux de 0^m 425 de diamètre et débite 5 litres à la seconde. L'excédent fourni par les prises tombe dans un petit canal conduisant au lit de l'Oued Biskra, et va ainsi augmenter le volume des eaux qui sont envoyées dans le canal des sources.

Citernes du fort Saint-Germain. — Les citernes du fort Saint-Germain sont au nombre de cinq : trois sous l'hôpital, une quatrième sous la manutention et enfin une cinquième sous l'habitation du commandant supérieur. Ces citernes ont été construites dans d'excellentes conditions; elles sont soigneusement cimentées, et complétées, en outre, par de grands filtres en charbon. Trois d'entre elles présentent chacune une contenance de 300 mètres cubes; la capacité totale dépasse 1 200 mètres cubes.

Le Génie militaire, pour remplir ces grands réservoirs, profite de l'eau provenant de la fonte des neiges qui, en hiver, couvrent les montagnes de l'Aurès, au nord de Biskra. Afin que l'eau approvisionnée soit de la meilleure qualité possible, on laisse

passer la première crue qui lave la rivière, et on n'ouvre les citernes que lorsque survient la seconde.

Les réservoirs sont vidés et nettoyés tous les ans.

Les habitants de la ville ont la faculté de venir journallement prendre au fort un volume déterminé de l'eau ainsi emmagasinée.

Distribution. — Il n'existe pas de règlement général pour la répartition entre les usagers des eaux. L'arrosage des jardins a lieu en conformité des droits acquis et consacrés par le temps.

L'eau est la propriété des usagers. A chacun d'eux revient une part plus ou moins forte, mais nullement proportionnelle à la surface du terrain à irriguer ou au nombre des palmiers à entretenir. Les propriétaires ont droit à leurs eaux pendant un certain nombre d'heures consécutives, à des intervalles qui varient de 10 à 20 jours.



FIG. 2. — Vue de l'Oasis Zaouia, à Biskra (Algérie).

La « loukra », c'est-à-dire la largeur du poing fermé, constitue l'unité qui sert de base à la détermination des parts d'eau. Suivant les conventions en vigueur, tel usager prend plusieurs « loukras », tel autre ne reçoit que la moitié, le tiers ou le quart d'une « loukra ». Ces données fixent la largeur adoptée pour la prise de chaque canal d'irrigation au barrage diviseur correspondant qui sert de prise d'eau sur la séguia principale.

Les propriétaires s'occupent d'une manière très suivie de l'arrosage de leurs jardins, question à laquelle s'attache pour eux un intérêt de premier ordre. Chacun connaît son jour et son heure; au moment voulu, le petit canal d'irrigation du jardin supérieur est fermé sous la surveillance de l'usager situé en aval et dont le tour vient d'arriver; puis, celui-ci ouvre sa prise et fait pénétrer l'eau dans la dérivation qui lui appartient.

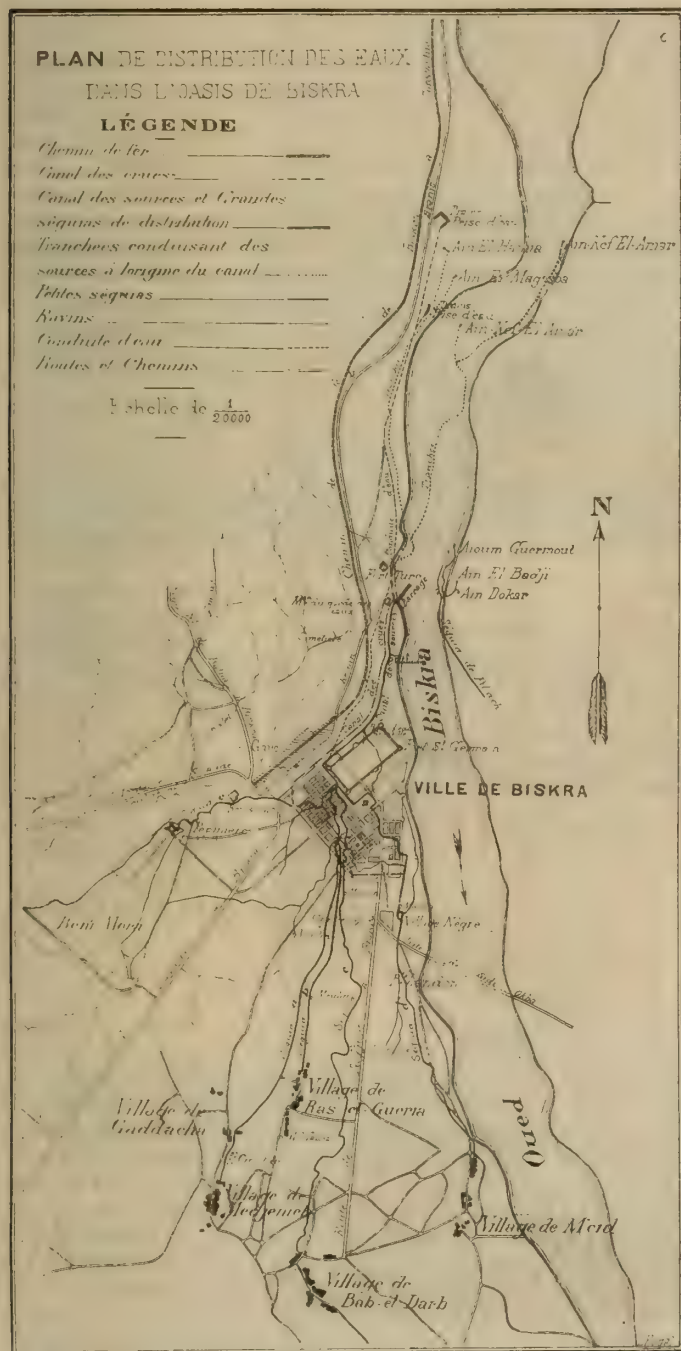


FIG. 3. — Plan de distribution des eaux dans l'oasis de Biskra, (Algérie).

Afin de pouvoir se rendre compte de la durée des alimentations successives, les indigènes emploient une petite gamelle percée au fond, qu'ils suspendent, remplie d'eau, à un tronc de palmier; le liquide est complètement écoulé au bout d'une heure; on laisse la gamelle se vider autant de fois qu'il revient d'heures d'arrosage au propriétaire intéressé. Toutes ces opérations s'effectuent sous le contrôle de l'usager qui doit prendre la suite, et qui ne se relâche pas un instant de sa surveillance, même s'il est obligé de l'exercer pendant 10 ou 12 heures consécutives.

En ce qui regarde les conditions d'arrosage pour des palmiers en plein rapport, l'année est divisée en deux périodes bien distinctes. Au cours de la première, qui va du commencement de février à la fin de septembre, chaque arbre a besoin d'environ 1 000 litres d'eau par mois. Par contre, un total de 1 000 litres lui suffit pour toute la se-

conde période, s'étendant d'octobre jusqu'en janvier; dans cette période, l'eau disponible est affectée aux cultures qui se font à l'ombre des palmiers, mais surtout à l'arrosage des terres labourables qui entourent l'oasis et que l'on ensemence de céréales qui peuvent ainsi arriver à maturité avant les grandes chaleurs.

On peut planter par hectare 200 palmiers au maximum.

Composition des eaux. — L'eau des sources qui alimentent Biskra est chlorurée, sulfatée et légèrement magnésienne. En voici la composition d'après M. Lahache (1) :

	Grammes.
Soude combinée évaluée en Na O.	0,695
Chaux.	0,233
Magnésie.	0,114
Chlore.	0,739
Acide azotique.	0,027
— sulfurique	6,499
— carbonique.	0,186
Silice	0,030
Poids des sels anhydres pour un litre.	2,262

Dans les environs de Biskra on rencontre plusieurs sources, dont quelques-unes donnent de l'eau très potable. Les plus rapprochées de l'oasis sont celles de Drouh, qui émergent dans l'Aurès à une distance d'environ 16 kilomètres au nord-est, et que le Génie militaire a déjà voulu amener à Biskra en 1878. La petite oasis de Drouh se trouve à la cote 190, Biskra étant à la cote 120 ; l'établissement d'une conduite pourrait donc avoir lieu dans de bonnes conditions, d'autant plus que ces sources ont un débit considérable. L'analyse ⁽²⁾ de leurs eaux a donné les résultats suivants :

	Grammes.
Bicarbonate de chaux.	0,140
— de magnésie	0,080
Sulfate de chaux	0,210
— de magnésie.	0,160
Chlorure de sodium.	0,201
Silice	0,005
Sels alcalins non dosés	0,054
Résidu salin.	0,850

Ces eaux sont limpides, de bon goût et bonnes pour les usages domestiques.

CHEMINS DE FER

LES CHEMINS DE FER AU MEXIQUE

(Suite et fin.)

Chemin de fer Mexicain (Mexican railway). — Il y a seulement neuf ans, le chemin de fer de Mexico à Vera-Cruz, connu sous le nom de *Mexican railway*, était le seul en exploitation au Mexique. Grâce au monopole dont cette ligne a joui pendant plusieurs années, malgré le coût élevé de son installation, elle a pu réaliser des bénéfices considérables, qui ont fortement encouragé, depuis quelque temps, comme nous l'avons vu par l'étude des lignes précédentes, une concurrence des plus avantageuses pour le commerce mexicain.

Il existe peu de lignes au monde qui aient présenté autant de difficultés de construction et coûté autant d'argent et de vies humaines que le *Chemin de fer mexicain*; mais « il y en a peu qui soient l'objet d'une aussi grande admiration de la part de l'homme dont le cœur bat devant la contemplation des beautés de la nature et les merveilles de la science » (1).

Nous allons donc entrer dans quelques détails à son sujet, car son étude offre à différents points de vue un intérêt tout particulier.

Historique. — Sous l'administration du général Bustamante, sept ans après l'inauguration du chemin de fer de Manchester à Liverpool, c'est-à-dire en 1837, M. Francisco Arrillaga obtint le privilège exclusif d'établir une voie ferrée de Mexico à Vera-Cruz avec un embranchement vers Puebla. Les dépenses devaient s'élever à \$ 5500 000. Mais le projet de M. Arrillaga avait le grave inconvénient de réunir seulement Mexico, Puebla et Vera-Cruz, en laissant de côté les centres importants de Cordoba, Orizaba et Jalapa. Aussi fut-il bientôt abandonné et la concession retirée.

Le 31 mai 1842, le président de la République D. Antonio Lopez de Santa-Anna signa un décret rétablissant l'ancien droit d'*averia* (contribution) dont les produits s'appliquaient antérieurement aux consulats de Vera-Cruz et de Mexico pour la réparation des chemins. Les droits d'importation perçus à la douane de Vera-Cruz furent donc élevés de 2 %. Le montant de cette taxe additionnelle devait être em-

1. M. LAMACHE, pharmacien aide-major, *Etude sur le Sahara. Les eaux artésiennes*. Philippeville, 1889.

2) Analyse faite par M. BERNAT pharmacien-major à Bâle.

(3) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 22, p. 433.

(4) *Historia del ferrocarril mexicano*, par BAZ Y GALLO.

ployé à la construction d'un chemin de fer de Vera-Cruz à Rio de San Juan. Lorsque ce décret fut abrogé en 1849, on n'avait construit qu'une seule lieue dans l'espace de 7 ans.

M. Antonio Escandon obtint, en 1857, l'autorisation d'établir une ligne à voie large passant par Mexico et réunissant la côte du Golfe à celle du Pacifique.

A la fin de cette même année, le colonel américain Talcott, accompagné des Ingénieurs Every Lyons et Wimmer, fit la reconnaissance du terrain, en prenant pour base de ses opérations le chemin national de Mexico à Vera-Cruz. Malheureusement, la guerre civile vint interrompre les travaux, qui restèrent en suspens jusqu'en 1863, époque où M. Escandon obtint la création d'un fonds consolidé de la dette publique, s'élevant à \$ 8 000 000 et portant 5 % d'intérêt; le capital devait être payé dans l'espace de 25 ans.

Le 19 août 1864, M. Escandon transmit sa concession à la *Compagnie Impériale du chemin de fer mexicain*; ce transfert fut approuvé par Maximilien, le 25 janvier 1865. A cette date, il n'y avait de construits que deux tronçons fort courts, celui de Mexico à Guadalupe Hidalgo et celui de Vera-Cruz à la Tejeria. Les travaux furent poursuivis par la nouvelle Compagnie, et au rétablissement de la république, en 1867, elle avait achevé les sections de Vera-Cruz à Paso del Macho (50 milles) et de Mexico à Apizaco (88 milles).

Le gouvernement de Juarez, peu de temps après son installation, publia un décret, touchant la Compagnie du chemin de fer mexicain, dont voici le premier article :

« Considérant les avantages qui résulteront, pour le public, de l'a-

les actionnaires et par le gouvernement mexicain, en vertu d'un article de l'acte de concession. Les membres de ce comité forment deux groupes, dont l'un réside à Londres et l'autre à Mexico.

L'administration comprend, en outre, trois auditeurs pour l'inspection des comptes généraux de la Compagnie, dont deux à Londres et un à Mexico, un Ingénieur-conseil et deux avoués (solicitors) à Londres, un Ingénieur en chef et un autre avoué à Mexico.

Les directeurs de Londres exercent leurs fonctions au moyen de commissions dont chacune est chargée de l'un des services subordonnés au comité directeur de Mexico.

L'exploitation proprement dite de la ligne est confiée à un surintendant nommé par le comité directeur général. Il doit veiller aux différents services dans les limites prescrites par le règlement intérieur de la Compagnie, et agir en toutes circonstances d'après les instructions du comité général et du comité local.

Le chef de la comptabilité résidant à Mexico soumet les comptes de la Compagnie à l'auditeur, qui les vérifie et les transmet au comité local; celui-ci les fait parvenir à son tour aux auditeurs de Londres, qui les présentent au comité directeur pour être soumis aux actionnaires chaque semestre.

Description du tracé (fig. 1). — Le *Chemin de fer mexicain*, considéré dans son ensemble, se dirige de l'ouest à l'est; il part de Mexico, au centre du grand plateau central, court sur ce plateau jusqu'à Boca del Monte, d'où il descend par une pente rapide jusqu'à Paso del Macho, pour atteindre enfin, par une pente plus douce, le port de Vera-Cruz.

Nous pouvons donc le diviser en trois sections :

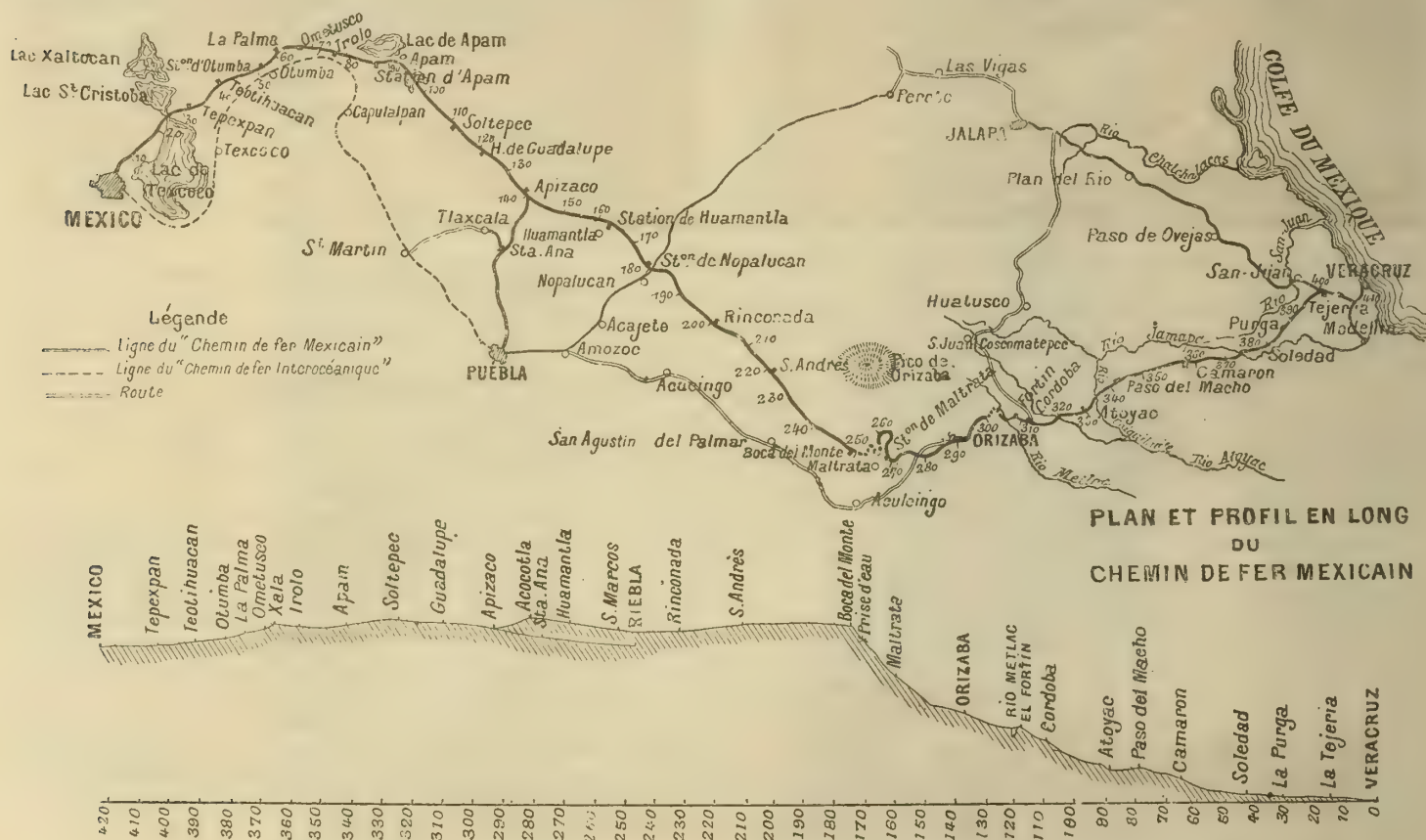


FIG. 1. — Plan et profil en long du Chemin de fer de Mexico à Vera-Cruz (*Mexican Railway*).

chèvement de la ligne qui doit relier le port de Vera-Cruz à Mexico, nous pardonnons à la Compagnie possesseur d'un privilège qui lui a été accordé par les décrets du 31 août 1857 et du 5 avril 1861, et lui restituons les droits dont nous l'avions déchu, pour avoir fait un contrat le 25 janvier 1865, avec un gouvernement que prétendait imposer au pays l'intervention française.

La concession primitivement accordée, fut modifiée par un décret du Congrès du 10 novembre 1868, et les travaux furent repris de nouveau sous la direction générale de l'Ingénieur Buchanan.

Le 16 septembre 1869, l'embranchement d'Apizaco à Puebla était inauguré, et la section de Vera-Cruz à Atoyac ouverte en 1870. La ville importante d'Orizaba fut mise en relation avec la côte au mois de septembre 1872, et le premier janvier 1873, la ligne entière était achevée de Vera-Cruz à Mexico, et officiellement inaugurée par M. Lerdo de Tejada, président de la république.

Bien que la construction du *Chemin de fer mexicain* ait duré fort longtemps, comme nous venons de le voir, on peut dire cependant que les travaux proprement dits ont été exécutés en trente mois, de février 1865 à juin 1866, puis de septembre 1871 à janvier 1873.

Administration. — La *Compagnie du chemin de fer mexicain* est administrée actuellement par un comité directeur nommé à la fois par

1° De Mexico à Boca del Monte (251¹/₂ 200);

2° De Boca del Monte à Paso del Macho (96¹/₂);

3° De Paso del Macho à Vera-Cruz (46 kilomètres).

I. DE MEXICO A BOCA DEL MONTE. — Cette première section est entièrement comprise dans la région des terres froides. La ligne traverse d'immenses plaines situées à une altitude moyenne de 2 000 mètres et couvertes de plantations de maguey, qui constituent la principale richesse agricole du pays. Cette plante, dont on ne distingue pas moins de 32 espèces au Mexique, fournit des fibres textiles, du sucre, de la gomme, de la potasse et surtout l'eau de miel qui sert à la préparation du pulque, après avoir subi une fermentation au contact de l'air. Le pulque est d'un usage général sur tout le plateau central; c'est une boisson très bon marché, et tous les jours un train spécial (*tren de pulque*) en conduit une grande quantité à Mexico. Le transport du pulque constitue l'un des principaux éléments du trafic du *chemin de fer mexicain*, comme nous le verrons tout à l'heure.

Bien que le terrain que parcourt cette première section soit relativement peu accidenté, on a dû employer sur plusieurs points des pentes de 1¹/₂ %.

Le rayon minimum des courbes est de 303 mètres.

On compte 53 ponts, dont aucun ne mérite d'être signalé.

Les rails, du type Vignole, sont en acier; ils pèsent 31 kilogr. par mètre courant et sont posés sur des traverses en bois (sapin, cèdre, chêne) espacées de 0^m 75.

Le nombre des stations de cette section est de 16, dont les plus importantes sont celles de Mexico, d'Apizaco et d'Esperanza.

C'est d'Apizaco que part l'embranchement de Puebla, qui mesure 47 kilomètres et ne renferme pas moins de 19 ponts en fer, dont le principal est celui de Santa-Cruz (fig. 2).

II. DE BOCA DEL MONTE A PASO DEL MACHO. — Cette section, située dans la région des terres tempérées, n'a qu'une longueur de 96^{km} 1/2 et présente entre ses points extrêmes une différence de niveau de 1939^m 81. Son tracé est certainement l'un des plus remarquables qu'ait jamais réalisés la science des Ingénieurs, et le paysage qu'il



FIG. 2. — Pont de Santa-Cruz, sur la ligne d'Apizaco à Puebla.

traverse, par sa végétation luxuriante, sa nature sauvage et grandiose, ses horizons immenses, laisse au voyageur sous les yeux duquel il s'est déroulé une impression ineffaçable.

« C'est à Boca del Monte, 2 415 mètres au-dessus du niveau de la mer, que commencent seulement les émotions de la route, les vallées, les gorges, les précipices, les rampes, les lacets, les courbes, les tunnels, les tranchées, les ponts aériens. Ce n'est plus une voie ferrée,

rayon de soleil. Au passage du train, de petites pierres se détachent des rochers et roulent dans l'Infiernillo. Qu'une cheville ou une vis vienne à se déranger, et nous suivrons le chemin de ces petites pierres! Le train court presque constamment sur des ponts jetés dans le vide ou dans des tunnels percés à travers des promontoires rocheux.

» On éprouve un véritable soulagement quand, après tant d'horreurs, on voit s'ouvrir la riante vallée de Maltrata où apparaissent les premiers bananiers. En levant les yeux, on voit planer à quelque mille mètres de hauteur les nuages d'où l'on vient de descendre (1). »

Les inclinaisons, sur cette partie de la ligne, varient de 1 à 4 ‰.

Pour les 35 autres kilomètres, les inclinaisons sont comprises entre 1 et 1 1/2 ‰.

Les rails sont en acier; ils pèsent 32 kilogr. par mètre courant et sont placés sur des traverses en bois espacées de 0^m 70 seulement.

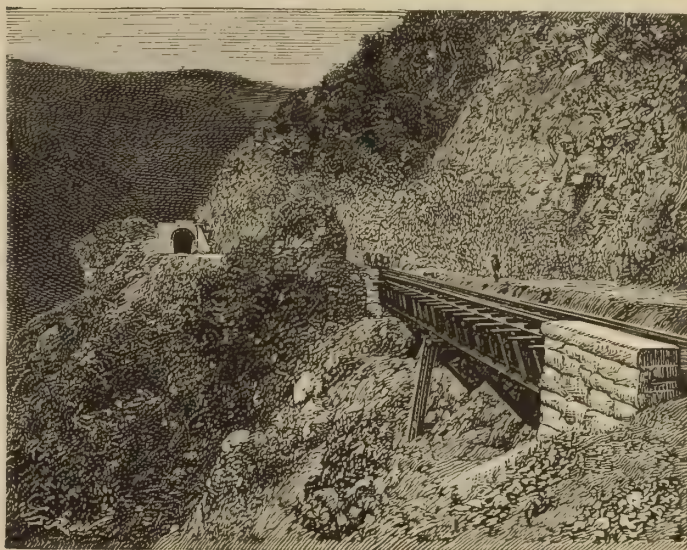


FIG. 3. — Vue de l'un des ponts du ravin de l'Infiernillo, sur la ligne de Mexico à Vera-Cruz.

Dans toutes les courbes, les deux rails sont reliés par des tirants de fer rond.

Au passage des ravins de Metlac et des Combres de Maltrata, on a employé des rails d'acier de 42 kilogr. avec des traverses également en acier qui ont été garanties pour une période de 60 ans.

Disons à ce propos que, d'ici quelque temps, toutes les Compagnie



FIG. 4. — Vue d'une locomotive du Chemin de fer mexicain (Mexican railway).

c'est une série de « montagnes russes », sur lesquelles s'engage une machine du système Fairlie. Suspendu aux flancs de montagnes plus hautes que les nuages, le train côtoie des abîmes vertigineux, des vallées si profondes que les villages y semblent des jouets d'enfants à peine perceptibles. Je me rappelle surtout la *Barranca del Infiernillo*, le *Ravin du petit Enfer*, où j'ai vu des voyageurs se signer et se cacher la tête dans leurs « zarapes ». C'est une effroyable entaille entre deux montagnes; pas la moindre trace de végétation sur ces parois à pic auxquelles on a osé accrocher des rails : rien que le roc nu, pelé, s'élançant dans les régions du vertige. Un ruisseau se précipite du haut d'une corniche dans de noires profondeurs où jamais ne pénètre un

de chemins de fer, au Mexique, se verront dans la nécessité de substituer, comme l'a déjà fait la *Compagnie du chemin de fer Mexicain*, sur les parties de sa ligne que nous venons d'indiquer, les traverses métalliques aux traverses en bois. En effet, sous un climat aussi chaud, ces dernières traverses sont de très courte durée : elles se fendent pendant la saison sèche et pourrissent pendant la saison des pluies. De plus, le bois est rare; ainsi le *Chemin de fer Central*, qui va être obligé de remplacer presque toutes ses traverses en bois, les a payées 1 dollar pièce.

(1) *Voyage au Mexique en 1885*, par M. Jules LECLERQ, président de la Société royale belge de géographie.

La longueur totale des ponts et viaducs de la section de Boca del Monte à Paso del Macho est de 1 297 mètres; celle des tunnels est de 896 mètres.

Le rayon minimum des courbes est de 99 mètres.

Les ouvrages d'art les plus remarquables sont les viaducs de Metlac, de Wimmer (1) (du nom de l'Ingénieur qui l'a construit), de l'Infiernillo (fig. 3), les ponts d'Acatoyac et de Chiquite.

On compte dans cette section cinq stations, dont deux, Orizaba et Cordoba, ont une certaine importance au point de vue agricole et industriel.

III. DE PASO DEL MACHO A VERA-CRUZ. — Cette partie de la ligne, située dans la région des terres chaudes et plates du littoral, mesure 46 kilomètres. Elle traverse l'Etat de Vera-Cruz, l'un des mieux cultivés du Mexique, mais le plus malsain de tous. Sa construction n'a pas présenté de difficultés sérieuses. Le seul ouvrage d'art à signaler est le pont de la Soledad, sur le rio Jamapa, qui est le plus long de toute la ligne.

En vertu d'un contrat passé entre le gouvernement et la *Compagnie du chemin de fer Mexicain*, cette dernière a construit dans le port de Vera-Cruz une jetée métallique de 220 mètres de long et 18 mètres de large par laquelle la ligne se termine.

Cette jetée est formée de poutres en tôle portées sur 75 pieux à vis en fonte. Elle est garnie de cinq grues hydrauliques Armstrong dont quatre de 2 tonnes et la dernière de 20 tonnes.

EMBRANCHEMENT DE JALAPA. — Cet embranchement est à voie large et mesure 114 kilomètres. Il part de la station de Tejeria. Une partie de la traction, jusqu'à San-Juan seulement, se fait à la vapeur, et le reste, à cause des fortes pentes, se fait à l'aide de mules. Il faut une journée entière pour parcourir la distance qui sépare Vera-Cruz de Jalapa.

Un train de tramway se compose de deux ou trois voitures attelées de quatre mules, qui vont presque constamment au trot. On change de mules de deux en deux heures. Les chevaux, sous un pareil climat, seraient incapables d'accomplir un travail aussi pénible; les mules ont seules le pied assez sûr et une force de résistance assez grande pour descendre au triple galop des pentes dont l'inclinaison atteint sur certains points de la ligne 10 %.

Cet embranchement a coûté fort cher à la *Compagnie du chemin de fer Mexicain* et son exploitation ne donne que des résultats peu satisfaisants, la traction animale, sur une distance aussi grande, revenant à un prix très élevé. Malgré cela, la Compagnie a installé le télégraphe tout le long de la ligne, et se rendant aux réclamations du gouvernement et à celles des habitants du pays, elle a établi un service journalier entre Vera-Cruz et Jalapa, au lieu des trois trains par semaine qui existaient autrefois.

Voici quelles ont été les recettes réalisées sur cet embranchement pour les trois dernières années :

	1886			1887			1888		
	£	s.	d.	£	s.	d.	£	s.	d.
Voyageurs . . .	5.905	13	4	6.154	5	7	7.176	1	6
Marchandises . .	16.505	19	11	17.186	0	1	17.198	2	0
Divers	1.016	3	7	1.013	12	11	1.017	10	6
	£ 23.427	16	7	£ 24.353	18	7	£ 25.391	14	0

Le trafic des marchandises consiste surtout dans le transport des céréales et du café.

Les dépenses d'entretien de la voie, des ouvrages d'art et des stations, pour le second semestre de 1888, sont résumées dans le tableau suivant :

	Ligne principale.			Embranchement de Jalapa.		
	£	s.	d.	£	s.	d.
Réparations des stations et des divers bâtiments	9.9	2	4	4	7	9
Réparations et renouvellements de la voie	20.234	14	3	1.013	14	7
Réparations et reconstructions des ponts	1.017	14	3	»		
Salaires des gardiens	1.444	0	6	»		
Appointements des Ingénieurs, chefs de sections, etc.	1.690	11	0	111	9	0
Divers	122	10	4	20	0	0
	£ 25.508	13	2	1.149	11	4

Locomotion. — La *Compagnie du chemin de fer Mexicain* possède 65 locomotives de types différents, dont voici l'énumération :

Nombre.	Types.	Diamètre des cylindres en millimètres.	Destination.
6	Fairlie	345	Trains de voyageurs.
2	—	379.5	
2	—	368	
6	Baldwin	437	Trains de marchandises entre Mexico et Esperanza.

4	—	437	Trains de voyageurs entre Orizaba et Vera-Cruz.
11	—	460	Trains de marchandises entre Vera-Cruz et Paso-del-Macho et entre Mexico et Esperanza.
1	—	368	Trains de voyageurs.
4	Mogul	391	Trains de marchandises entre Mexico et Esperanza.
3	Gowin	414	Trains de pulque.
8	Fairlie	345	Tout le service entre Paso-del-Macho et Esperanza.
16	—	368	Tout le service entre Paso-del-Macho et Esperanza.
2	Locomotives-tenders	391	Trains de marchandises entre Vera-Cruz et Paso-del-Macho.

Le service des trains est ainsi réglé :

Il part journellement de la gare de Buenavista (Vera-Cruz) : un train de voyageurs à 6 h. 20 du matin, un premier train de marchandises à 6 h. 30 du matin, un second train de marchandises à 10 h. 30 du matin, un train de pulque à 2 heures après midi.

Le train de voyageurs arrive à 8 heures du soir à Mexico.

On admet les voyageurs de 2^e classe dans les trains de marchandises.

Le matériel roulant de la Compagnie, à la fin de l'année 1888, était ainsi composé :

Matériel à Voyageurs.

Provenance anglaise	1 ^{re} classe	2 voitures.
—	2 ^e classe	1 —
—	Escorte (1)	4 —
—	Fourgons à bagages	2 —
Provenance américaine	1 ^{re} classe	11 —
—	2 ^e classe	8 —
—	3 ^e classe	17 —
—	Escorte	4 —
—	Fourgons à bagages avec bureau de poste	13 —
—	Voitures mixtes	6 —
—	Salons privés ou de famille	5 —
		73 voitures.

Matériel à Marchandises.

Wagons couverts de	20 tonnes	117 voitures.
—	12 —	117 —
—	10 —	13 —
—	6 —	34 —
Wagons à pulque couverts de	20 —	24 —
—	12 —	3 —
—	10 —	1 —
Wagons à bestiaux couverts	6 —	5 —
Wagons à bois à brûler ouverts	20 —	9 —
—	12 —	16 —
—	6 —	7 —
Wagons plats	20 —	108 —
—	12 —	59 —
—	6 —	10 —
Wagons à ballast	10 —	11 —
—	6 —	69 —
Wagons à ballast type Fairlie	5 —	26 —
		629 voitures.

Tout le matériel roulant est placé sous la responsabilité du surintendant, qui ne peut l'augmenter, le diminuer ou le modifier qu'avec l'autorisation du Comité directeur général. Il a sous ses ordres plusieurs Ingénieurs, qui sont chargés de la surveillance du matériel et qui dirigent en outre les quatre ateliers de réparations que la Compagnie possède à Mexico, Apizaco, Orizaba et Vera-Cruz.

Les grosses réparations se font dans les ateliers d'Orizaba et d'Apizaco; les petites dans ceux de Vera-Cruz et de Mexico.

C'est à Orizaba que se trouvent aussi les dépôts et les magasins de la Compagnie.

Télégraphe. — La ligne est pourvue d'un réseau télégraphique qui met en rapport toutes les stations et les différents services.

Le service télégraphique est dirigé par un inspecteur général, qui a sous ses ordres deux sous-inspecteurs, dont l'un est chargé de la partie de la ligne entre Mexico et Orizaba, et l'autre du restant de la ligne jusqu'à Vera-Cruz, y compris l'embranchement de Jalapa.

Il y a autant de bureaux télégraphiques que de stations. Dans quelques-unes de ces dernières se trouvent un surveillant avec plusieurs hommes capables d'exécuter les réparations nécessaires.

Service médical. — La ligne est divisée en trois sections comprenant chacune un médecin-chirurgien et un aide. Le médecin de la Compagnie résidant à Mexico est le chef du service.

Ces sections sont disposées de telle sorte qu'en cas d'accident deux

(1) Au Mexique, chaque train est accompagné par une escorte de soldats, pour le défendre contre les attaques des bandits qui, malheureusement, sont encore assez fréquentes.

(1) Voir la figure 1 de la première partie de cette étude (tome XVI, n° 22, p. 433).

des médecins peuvent se trouver à la fois à l'endroit où il s'est produit. Ajoutons d'ailleurs que jusqu'à présent on n'a pas eu d'accident grave à déplorer.

D'après un rapport du médecin en chef, aucun cas de daltonisme, affection si fréquente en Europe et aux États-Unis, n'a été observé, en quatre ans, sur les 2000 employés du *Chemin de fer mexicain*; par contre, ils sont assez souvent frappés par l'épilepsie et autres maladies nerveuses.

En considération du danger qu'il y aurait à employer sur les terres plates du littoral des hommes non acclimatés, la ligne a été partagée en deux divisions : la première de Mexico à Orizaba, la seconde d'Orizaba à Vera-Cruz, et l'on ne place dans cette dernière, autant que possible, que des individus accoutumés à supporter la température de cette région malsaine.

JAMES GROSCLAUDE,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

RECHERCHES SUR LE POUVOIR LUBRIFIANT

des huiles de graissage, entreprises par le service central du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

(Suite et fin) (1).

Ixomètre Barbey. — La fluidité que présentent les huiles à différentes températures étant un de leurs caractères distinctifs, la détermination de leur fluidité doit être faite avec soin. L'appareil appelé ixomètre, inventé par M. Barbey, sous-chef du laboratoire du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Est, a permis de joindre aux tableaux des caractères des huiles qui ont servi aux expériences, les degrés de fluidité de chacune d'elles.

RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES.

Les expériences auxquelles il a été procédé avec la machine qui vient d'être décrite, ont eu pour but de déterminer l'influence sur le frottement :

1° De la pression, pour différentes vitesses et pour des tempéra-

sive par la Compagnie de l'Est pour le graissage de ses voitures et de ses wagons.

Les expériences relatives à la détermination de l'influence de la nature de l'huile ont porté sur les quatre huiles suivantes : *huile brute de colza*, *huile de colza schistée*, *huile minérale russe*, *huile minérale de Pechelbronn*.

Ces huiles ont été prises d'abord à l'état neuf, puis à l'état dans lequel elles se trouvent dans les boîtes des véhicules au moment où l'on procède à leur révision. Enfin, les huiles anciennes ont été essayées comparativement avec des tampons neufs, puis avec des tampons vieux, c'est-à-dire tels qu'ils ont été retirés des boîtes en même temps que l'huile.

Les résultats de ces diverses expériences sont résumés dans des tableaux et des épures que le défaut d'espace ne nous permet pas de reproduire, mais qui figurent *in extenso* dans les publications faites par la Compagnie de l'Est à l'occasion de l'Exposition de 1889.

Chaque coefficient de frottement obtenu est le résultat d'une marche à température constante des surfaces de frottement, prolongée pendant un temps qui, en général, n'a pas été moindre de 30 minutes, et pendant lequel le frottement s'est maintenu constant.

Les vitesses ont été déduites, en comptant pour chaque expérience le nombre de tours réellement faits par l'arbre de la machine pendant la durée de l'expérience, et en prenant pour les expériences faites à une même vitesse la moyenne des nombres ainsi obtenus.

Nous allons résumer successivement les résultats des différentes expériences.

1° **Influence de la pression sur le frottement.** — Deux séries d'expériences :

PREMIÈRE SÉRIE. — Vitesse constante de 31^m086 par minute, soit 0^m518 par seconde à la circonférence de la fusée; vitesse de translation correspondante, pour roues de 0^m990 de diamètre au roulement : 20^{km}516. Pressions sur le coussinet, au nombre de seize, comprises entre les pressions totales de 80^{kil}310, et 4080 kilogr., soit entre 0^{kil}717 et 36^{kil}428 par centimètre carré de la projection horizontale de la surface de contact du coussinet.

DEUXIÈME SÉRIE. — Elle correspond à six vitesses différentes et quatre pressions combinées conformément aux indications du tableau ci-après :

VITESSES	VITESSES			PRESSIONS SUR LE COUSSINET							
	à la circonférence de la fusée		en kilomètres à l'heure pour roues de 0 ^m 990 de diamètre au roulement	1 ^{re}		2 ^{me}		3 ^{me}		4 ^{me}	
	par minute	par seconde		Totale	par centimètre carré	Totale	par centimètre carré	Totale	par centimètre carré	Totale	par centimètre carré
	mètres	mètres		kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
1 ^e	30,780	0,513	20,316	1.580	14,107	2.180	19,464	2.680	23,928	4.080	36,428
2 ^e	60,746	1,012	40,092	1.580	14,107	2.180	19,464	2.680	23,928	4.080	36,428
3 ^e	89,746	1,493	59,232	1.580	14,107	2.180	19,464	2.680	23,928	4.080	36,428
4 ^e	119,865	1,997	79,044	"	"	2.180	19,464	2.680	23,928	"	"
5 ^e	147,175	2,452	97,135	"	"	2.180	19,464	2.680	23,928	"	"
6 ^e	176,630	2,943	116,575	"	"	2.180	19,464	"	"	"	"

tures croissantes des surfaces frottantes; les pressions variant progressivement, depuis les plus faibles jusqu'aux plus élevées, qui se rencontrent dans les véhicules des chemins de fer;

2° De la vitesse, pour différentes pressions et pour des températures croissantes des surfaces frottantes;

3° De la température de l'huile à pression égale et pour des températures croissantes des surfaces frottantes;

4° De la nature de l'huile pour des pressions égales à celles qui se rencontrent dans les véhicules à voyageurs et dans les véhicules à marchandises de la Compagnie de l'Est, et pour des vitesses égales à celles qui sont réalisées en pratique pour ces deux catégories de véhicules.

Les expériences relatives à l'influence de la pression, de la vitesse et de la température de l'huile n'ont porté que sur l'huile minérale

La plus faible et la plus forte de ces quatre pressions, 1580 kilogr. et 4080 kilogr., sont celles que supportent les fusées des essieux des wagons à houille avec frein, série H^r de la Compagnie de l'Est, la première à vide et la seconde sous une charge de 10 tonnes; elles ont été expérimentées jusqu'à la vitesse de 59^{km}232 à l'heure. Les deux pressions intermédiaires, 2180 kilogr. et 2680 kilogr., correspondent aux voitures de 1^{re} classe à trois compartiments, à vide et en charge complète; elles ont seules été expérimentées aux vitesses supérieures à 59 kilomètres, mais l'échauffement du palier de l'arbre n'a pas permis d'expérimenter la charge de 2680 kilogr. à la vitesse maximum de 116^{km}575.

Caractères présentés par l'huile. — L'huile minérale russe employée pour ces deux séries d'expériences présentait les caractères suivants :

Les résultats obtenus conduisent aux conclusions suivantes :

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES										FLUIDITÉ MESURÉE au moyen de l'ixomètre Barbey à					
Pureté	Aspect	Dépôt	Siccativité	Réaction	Densité à 15° centigrades	Teneur en goudron maximum	Degré d'inflammabilité minimum	Point de congélation minimum	Ascension par capillarité	0°	20°	35°	50°	75°	100°
parfaite	noir	nul	nulle	neutre	0,910	7,5 "	130°	— 12°	3 ^h 15"	2	12,5	42	89,5	251	510

russe (résidu de naphte du Caucase), employée d'une manière exclu-

1° Les coefficients de frottement obtenus pour différentes pressions à la même vitesse moyenne de 31^m086 et dans les mêmes conditions de refroidissement de la fusée, vont en décroissant à mesure que la

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 22, p. 439.

pression augmente, jusqu'à un minimum qui, dans les conditions de l'expérience, semble correspondre à une pression voisine de 30 kilogr. par centimètre carré, et augmentent ensuite pour les pressions supérieures;

2° Les conditions de refroidissement des surfaces frottantes restant les mêmes, les températures de régime croissent avec la pression;

3° Pour la vitesse considérée et pour une même pression dans les limites entre lesquelles il a été opéré, c'est-à-dire pour des pressions variant de 0^{kl} 717 à 36^{kl} 428 par centimètre carré, et pour des températures comprises entre 16° et 40° degrés centigrades, le coefficient de frottement décroît à mesure que la température de régime augmente.

D'autre part, pour des vitesses supérieures à celle réalisée dans la

23^k 035 par centimètre carré (cette pression est celle que supportent, à charge complète, les fusées des essieux des voitures de 1^{re} classe à trois compartiments, type 1878); vitesse à la circonférence de la fusée 120^m 163 par minute, soit 2^m 002 par seconde; vitesse de translation correspondante : 79^{km} 307 à l'heure.

QUATRIÈME SÉRIE. — Mêmes pressions que pour la série précédente; vitesse à la circonférence de la fusée 148^m 563 par minute, soit 2^m 476 par seconde; vitesse de translation correspondante : 98^{km} 051 à l'heure.

Caractères présentés par les huiles. — Les huiles employées pour ces quatre séries d'expériences ont présenté les caractères indiqués dans le tableau ci-après :

DÉSIGNATION ET PROVENANCE	CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES											FLUIDITÉ A									
	Pureté	Aspect	Dépôt	Siccativité	Réaction	Limpidité	Odeur	Densité à 15°	Teneur en goudron	Degré d'inflammabilité	Point de congélation	Ascension par capillarité	16°	17°	19°	20°	22°	35°	50°	75°	100°
Huile minérale russe neuve	parfaite	brun	nul	nulle	neutre	»	»	0,908	8,8 %	132	— 9,6	2 ^h 41	»	»	»	19	18,6	42	90	243	302
Huile brute de colza neuve P. L. M. . .	»	»	id.	id.	id.	parfaite	franche	0,914	»	»	— 14	»	»	»	»	55,5	»	103,5	177	350	600
Huile de colza schistée P. L. M. à 10 %.	mélange	jaune	léger	id.	id.	mediocre	id.	0,912	»	130	— 16,6	4 ^h	»	»	»	72	»	134	212	429	690
Huile de Péchelbronn	»	noir	nul	id.	id.	»	forte	0,9155	6	150	— 12,5	3 ^h 33	»	»	»	17,5	»	38	84,5	229	500
Huile minérale retirée des boîtes des voitures A-1878, après.	5 mois de service .	»	id.	id.	id.	»	»	0,939	5	155	— 10	5 ^h	»	»	»	15	»	29	55	127	240
	9 mois 1/2 —	»	id.	id.	id.	»	»	0,933	11,5	157	— 12	5 ^h	»	»	»	13,5	»	44	79	222	470
Huile minérale russe retirée des boîtes des wagons H-1885, après	8 mois de service .	»	brun	id.	id.	»	»	0,916	5	143	— 11	5 ^h	11	»	»	»	»	34	79	230	500
	15 mois —	»	id.	id.	id.	»	»	0,919	9	140	— 12	4 ^h 30	»	10	»	»	»	31	70	194	460
Huile de colza vieille retirée des boîtes de wagons P. L. M.	»	verdâtre	id.	id.	léger acide	»	»	0,948	»	»	— 10	6 ^h	»	»	»	9	»	20	38	85	16 0

première série d'expériences, et comprises entre 30^m 782 et 176^m 630 par minute, les mêmes conclusions s'appliquent sans modifications.

2° Influence de la vitesse. — Les expériences faites ne sont pas en nombre suffisant pour en tirer des conclusions fermes. Elles devront être complétées ultérieurement; toutefois les résultats constatés permettent de dire que :

1° Pour une même pression et les conditions de refroidissement de la fusée restant les mêmes, la température de régime augmente avec la vitesse, et par suite le coefficient de frottement diminue;

2° Pour les pressions expérimentées et à égalité de température, le coefficient de frottement croît généralement avec la vitesse.

3° Influence de la température de l'huile. — L'huile employée a été l'huile minérale russe. Les expériences ont été faites à deux températures différentes, 17 et 45 degrés centigrades, maintenues constantes, la première au moyen d'un courant d'eau établi dans le double fond du dessous de boîte, la seconde en chauffant l'huile dans le dessous de boîte au moyen d'un brûleur à gaz. Elles ont eu lieu à deux vitesses différentes, 97^m 759 et 120^m 124 par minute, soit 1^m 512 et 2^m 002 par seconde à la circonférence de la fusée, correspondant à des vitesses de translation à l'heure de 59^{km} 900 et 79^{km} 281 pour roues de 0^m 990 et pour une seule pression de 2 580 kilogr., soit 23^k 035 par centimètre carré.

Les résultats obtenus montrent d'une manière bien nette que le frottement diminue lorsque la température de l'huile augmente.

4° Influence de la nature de l'huile. — Les expériences ont porté sur l'huile de colza pure ou mélangée de schiste et sur des huiles minérales; les unes et les autres ont été prises d'abord à l'état neuf, puis à l'état où elles se trouvent quand on les retire des boîtes lors de leur révision. Enfin ces dernières huiles ont été essayées avec des tampons neufs, puis avec des tampons retirés des boîtes en même temps que les huiles, et ayant par suite la même durée de service.

On a opéré seulement pour deux pressions et pour deux vitesses pour chacune des pressions, soit quatre séries d'expériences :

PREMIÈRE SÉRIE. — Pression totale sur le coussinet 3 680 kilogr., soit 32^k 857 par centimètre carré (cette pression est celle que supportent à charge complète les fusées des essieux des wagons à houille série H); vitesse à la circonférence de la fusée 30^m 960 par minute, soit 0^m 516 par seconde, correspondant à une vitesse de translation de 20^{km} 433 à l'heure pour roues de 0^m 990 de diamètre au roulement.

DEUXIÈME SÉRIE. — Mêmes pressions que pour la première série; vitesse à la circonférence de la fusée 60^m 583 par minute, soit 1^m 009 par seconde, correspondant à une vitesse de translation de 39^{km} 986 à l'heure.

TROISIÈME SÉRIE. — Pression totale sur le coussinet 2 580 kilogr., soit

Les résultats de ces quatre séries d'expériences peuvent être étudiés à trois points de vue différents : 1° Comparaison des huiles neuves entre elles; 2° Comparaison des huiles vieilles entre elles et avec des huiles neuves de même nature; 3° Comparaison des huiles vieilles employées avec des tampons graisseurs neufs et avec des tampons vieux.

1° Comparaison des huiles neuves entre elles. — On peut se rendre compte tout d'abord que :

a. — La diminution du frottement avec l'augmentation de la température est moins forte pour l'huile de colza pure ou schistée à 10 % que pour les huiles minérales.

L'huile de Péchelbronn donne une différence encore plus accentuée.

La même conclusion se dégage de l'examen des résultats fournis par les trois autres séries d'expériences.

b. — Pour la même température, le coefficient de frottement est plus élevé pour l'huile de colza ordinaire que pour l'huile de colza schistée à 10 %, et celui donné par les huiles minérales est plus élevé que celui donné par l'huile de colza. Remarquons d'ailleurs que la même température ne correspond pas, pour les différentes huiles, aux mêmes conditions de refroidissement.

c. — La différence entre les coefficients de frottement donnés par l'huile de colza et par les huiles minérales décroît très rapidement avec l'élévation de la température.

La même conclusion s'applique aux autres huiles avec une décroissance encore plus rapide, et l'on peut dire que, d'une manière générale, avec l'élévation de la température, le coefficient de frottement tend, pour toutes les huiles neuves expérimentées, vers une valeur limite voisine de 0,0100.

2° Comparaison des huiles vieilles entre elles et avec les huiles neuves de même nature. — Les huiles minérales russes vieilles employées pour les deux premières séries d'expériences, c'est-à-dire pour la pression la plus forte et les vitesses les plus faibles, proviennent de boîtes de wagons à marchandises, et il n'y a pas de doute sur la durée de leur service; il n'en est pas de même de l'huile de colza qui a été prélevée sur des boîtes de wagons du chemin de fer de P.-L.-M., et dont il a été impossible de connaître le temps de service. On voit que :

d. — Les conclusions précédentes a, b, c, relatives aux huiles neuves, s'appliquent également aux huiles vieilles, en ce qui concerne chaque huile prise isolément;

e. — Il en est de même pour la comparaison des huiles minérales avec les huiles végétales dans les deux premières séries d'expériences, c'est-à-dire à forte charge et à faible vitesse. Mais les résultats changent complètement lorsqu'on passe aux grandes vitesses. Dans les expériences de la 3^e et de la 4^e série, l'huile de colza vieille a donné lieu à des coefficients plus élevés que les huiles minérales;

Riveuse.

Machines du pont du treuil roulant

Fig.1. Vue par bout

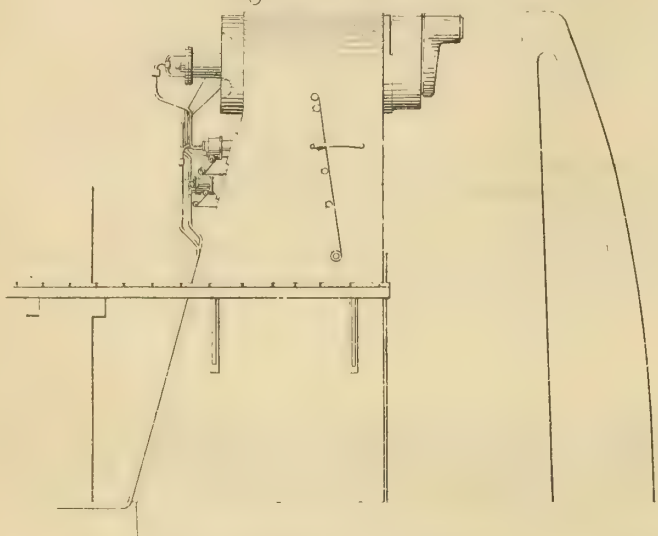


Fig.2. Vue de face

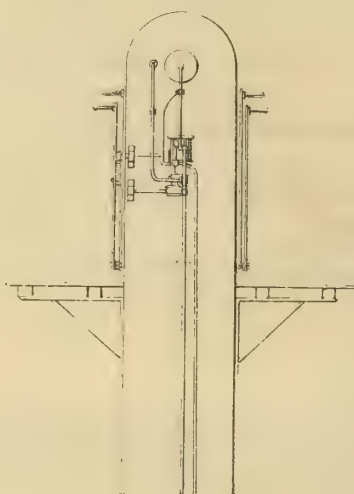


Fig. 5.

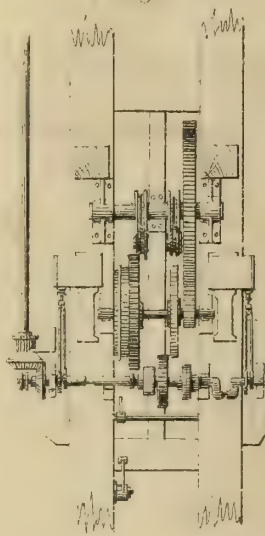


Fig. 6.



Pont avec treuil roulant de 50 tonnes.

Fig. 3

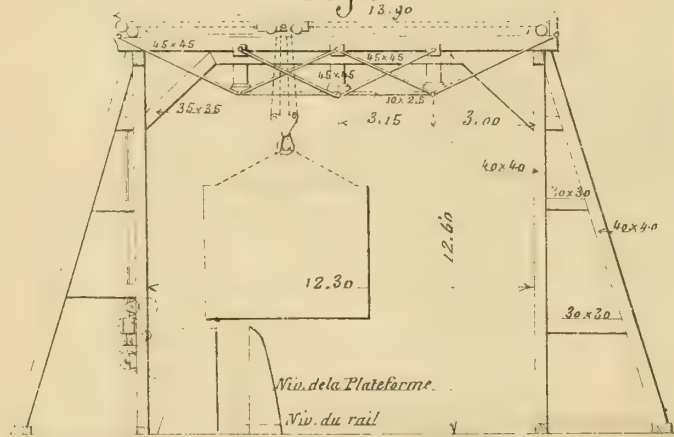


Fig. 4.

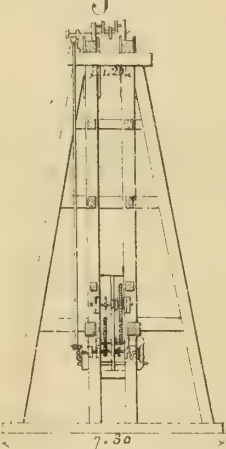
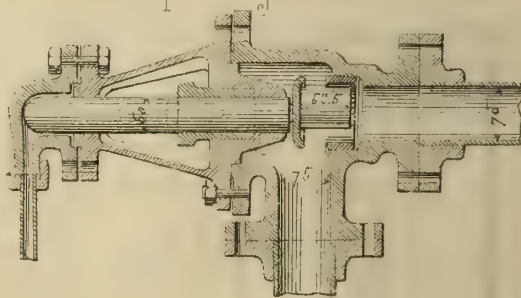


Fig. 10. Soupape de réglage et sa commande hydraulique
Coupe longitudinale.



Moteurs et Pompes

Fig.7. Vue longitudinale

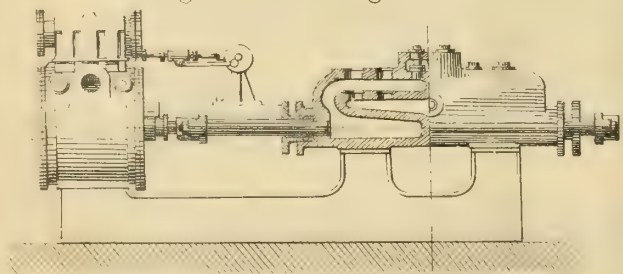


Fig.8. Vue de bout.

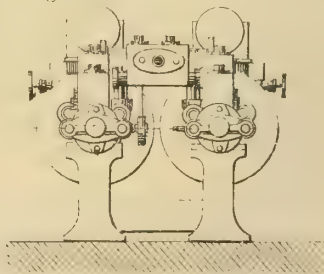


Fig. 9. Plan.

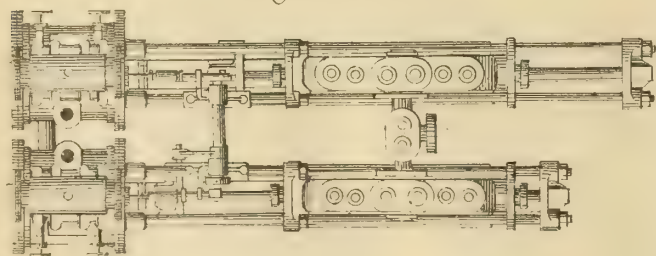
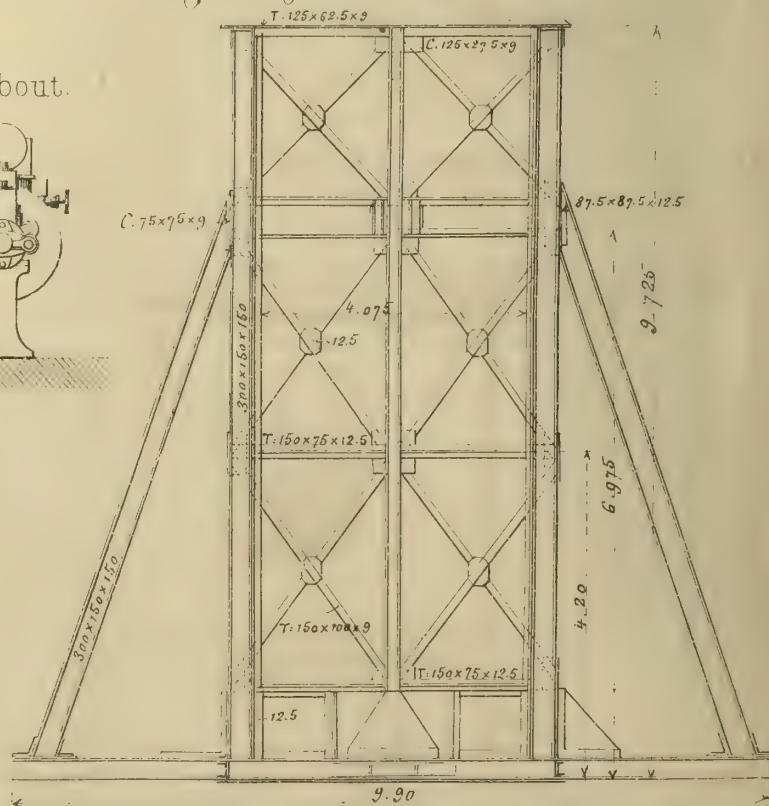


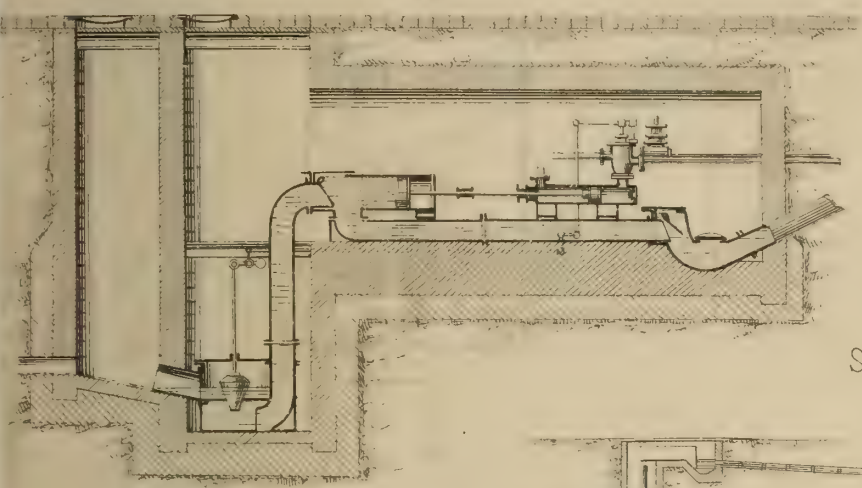
Fig.11. Pylone de l'accumulateur



POMPES POUR EAUX D'EGOUT A FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE SOUS PRESSION OU PAR LE VIDE.

Fig. 1.

Système de relevage hydraulique



Système de relevage par le vide

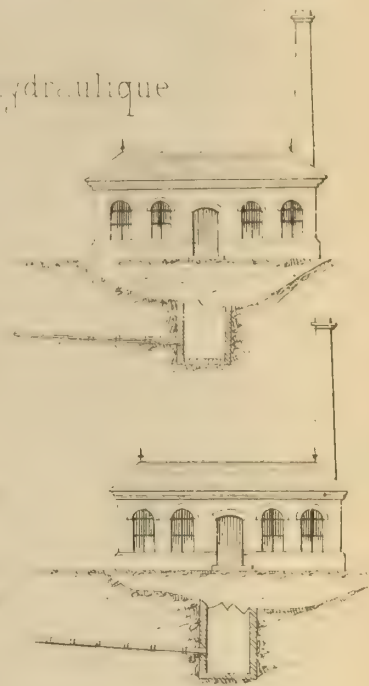
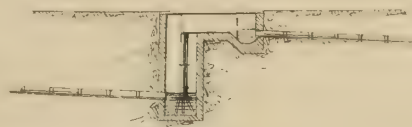
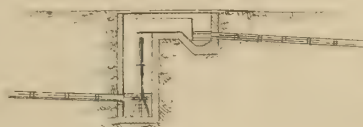


Fig. 2.

Fig. 3.

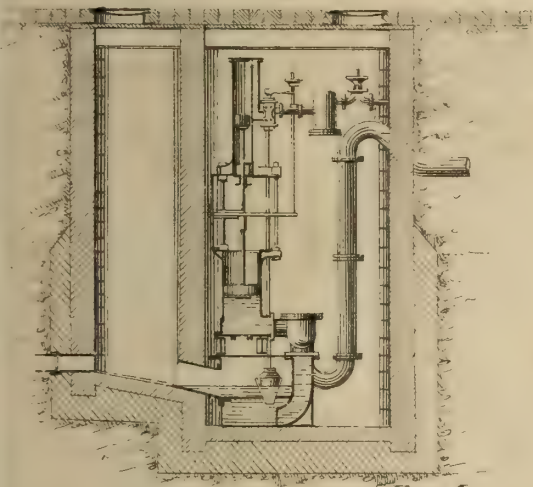


Fig. 4.

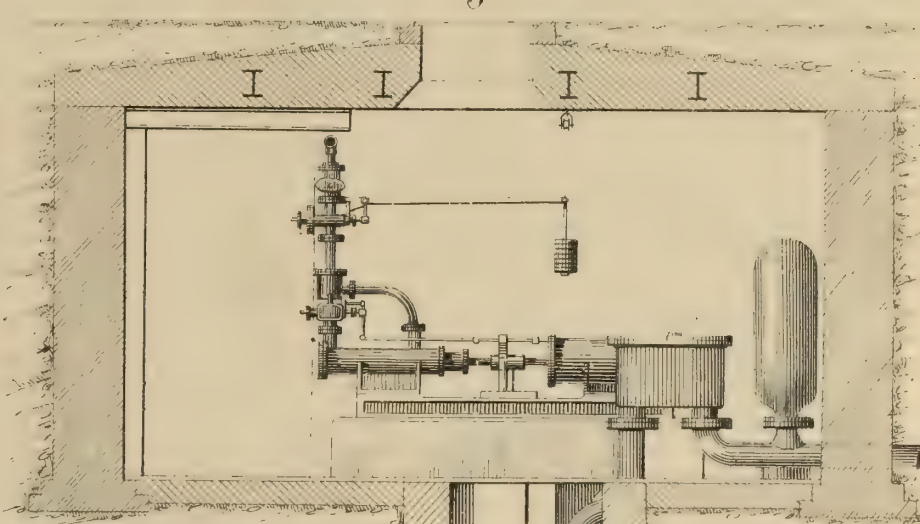
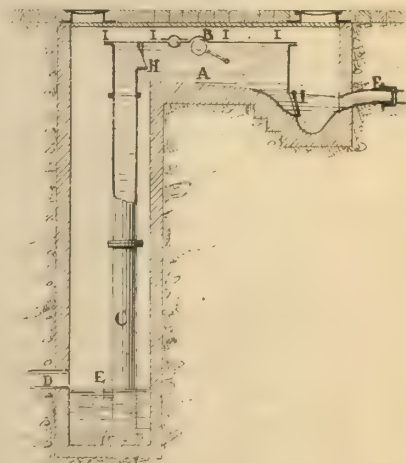
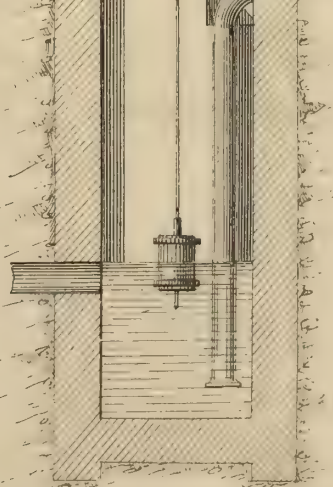
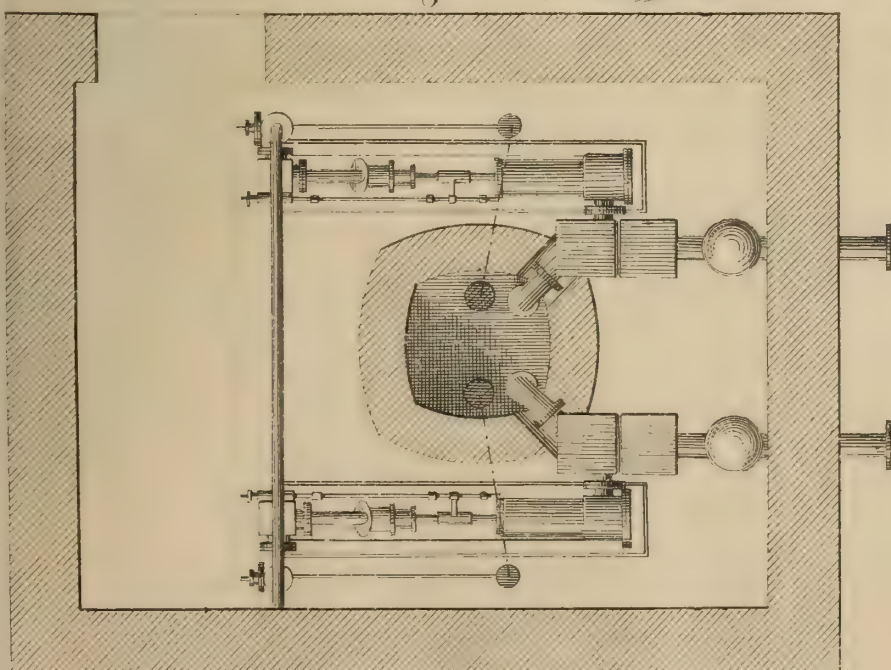


Fig. 5.



f. — Les températures de régime, qui, pour l'huile minérale vieille, diffèrent peu de celles données pour l'huile neuve (quelques-unes sont même plus basses), présentent au contraire des différences considérables pour les huiles de colza neuve et vieille, surtout aux grandes vitesses. Quant à la valeur des coefficients de frottement correspondant à ces températures, elle est plus forte que celle qui correspond à la même température pour les huiles neuves ;

g. — Comme pour les huiles neuves, le coefficient de frottement tend, avec l'élévation de la température, vers une limite, la même pour toutes les huiles, mais plus forte qu'avec les huiles neuves et voisine de 0,015.

3° *Influence de l'ancienneté du tampon graisseur.* — Les résultats donnés au point de vue du frottement par les huiles après un certain temps de service, dépendent à la fois des modifications qui se sont produites dans les propriétés des huiles, et de celles que le service a apportées aux conditions de fonctionnement du tampon, notamment au point de vue de la capillarité ; aussi convenait-il d'expérimenter les huiles vieilles non seulement avec des tampons retirés des boîtes en même temps qu'elles, mais aussi avec des tampons neufs.

L'examen des épures montre que pour les différentes vitesses et pour les pressions expérimentées, les résultats restent, à très peu de chose près, les mêmes pour les huiles minérales de même âge, que le tampon soit neuf ou vieux.

Nous croyons donc pouvoir dire que, dans les limites de ces expériences, comme pressions et comme vitesses, et avec l'huile minérale russe ayant de neuf mois et demi à quinze mois de service, le tampon graisseur employé par la Compagnie de l'Est ne perd, par l'usage, rien de ses qualités lubrifiantes.

Les expériences que nous venons de relater ont été faites au cours des années 1888 et 1889, sous la direction de M. L. Salomon, Ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Est, assisté de M. Flaman, Ingénieur du service des études de cette division. La machine à essayer les huiles et notamment l'appareil d'enregistrement ont été étudiés par M. Napoli, chef du laboratoire de la Compagnie.

G. A. RENEL,
Ingénieur civil.

HYGIÈNE

LA CRÉMATION EN FRANCE EN 1889

L'un des côtés les plus remarquables de la seconde moitié du dix-neuvième siècle, c'est l'importance considérable qu'ont prise les questions d'hygiène et de salubrité. Alors qu'autrefois elles étaient à peu près complètement ignorées, elles constituent aujourd'hui un véritable corps de doctrine, une science nouvelle dont le domaine s'élargit chaque jour, et l'autorité qui s'attache à ses conclusions va sans cesse grandissant.

Parmi les réformes réclamées par les hygiénistes dans ces dernières années, il en est une qui a suscité de vives polémiques, rencontré de nombreux adversaires, et qui, cependant, est aujourd'hui en bonne voie de réalisation. Nous voulons parler de la substitution de la crémation à l'inhumation pour la destruction des corps. La crémation facultative est un grand progrès hygiénique réalisé.

Nous ne rappellerons pas ici les arguments multiples qui ont été fournis de part et d'autre dans la discussion, les hautes considérations d'hygiène invoquées en faveur de la crémation, les objections qui lui ont été faites, soit au point de vue médico-légal, soit au point de vue religieux ⁽¹⁾. Nous nous proposons seulement de passer rapidement en revue les phases successives qu'a traversées la crémation en France, de constater le point où elle est arrivée aujourd'hui et les progrès considérables qui ont été réalisés dans sa mise en pratique par l'initiative persévérante du Conseil municipal de Paris.

Il ne serait pas tout à fait exact de croire que la question de la crémation des corps a surgi pour la première fois à notre époque. M. G. Salomon, dans une récente étude sur la crémation, nous apprend que dès l'an v et l'an vii de la première République, des tentatives infructueuses pour obtenir la liberté de l'incinération avaient été faites par Legrand d'Aussy et Cambry.

Mais depuis cette époque, la question disparaît, et ce n'est qu'en 1874 qu'elle est soulevée à nouveau par M. Cadet, au Conseil municipal de Paris.

Dans la séance du 14 août 1874, le Conseil décide qu'un concours sera ouvert pour rechercher le meilleur procédé d'incinération des corps. Mais cette résolution favorable se heurte à l'opposition formelle du Gouvernement, appuyée sur les avis défavorables du Conseil d'hygiène et de la Société de Médecine légale de France, hostiles à la réforme réclamée. Une consultation ministérielle, rendue en juin 1880,

décide qu'une loi nouvelle est nécessaire pour permettre la mise en pratique de la crémation, même à titre d'essai.

Cependant, la crémation fonctionnait en Italie. Le petit temple crématoire de Milan avait été inauguré le 22 janvier 1876, et lors du Congrès international d'hygiène de Turin, en septembre 1880, des expériences intéressantes de crémation avaient été faites à Milan, devant les membres du Congrès.

Ce fut l'origine de la création en France de la Société pour la propagation de la crémation, qui se fonda en 1880, à Paris, sous la présidence de M. Kœchlin-Schwarz, maire du VIII^e arrondissement. Elle commença aussitôt une vigoureuse campagne pour obtenir la liberté de la crémation.

Le Gouvernement persistait dans son opposition et, en 1881, renouvelant ses déclarations de 1880, il interdisait les expériences d'incinération, même sur des corps avant servi de sujets de dissection.

Il ne restait plus qu'à saisir de la question le pouvoir législatif.

Le 8 août 1882, une proposition de loi, signée de dix-neuf députés, était déposée par M. Paul Casimir-Périer sur le bureau de la Chambre. Elle avait pour but de donner à tous les citoyens la faculté du choix entre l'inhumation et la crémation des corps.

La discussion qui se poursuivait sur cette question avait cependant modifié bien des opinions. Le 14 mars 1884, le Conseil d'hygiène, sur la proposition de M. Bourneville, décidait que l'incinération des débris humains provenant des amphithéâtres de dissection, ne présentait aucun inconvénient. Pour la première fois, la porte s'ouvrait, en France, à la pratique de la crémation.

Le 25 juillet 1885, le Conseil municipal de Paris votait les fonds nécessaires à la construction d'un four crématoire dans le cimetière du Père-Lachaise.

L'expiration de la législature avait rendu caduque la proposition Casimir-Périer ; mais, dans la séance du 30 mars 1886, M. Blatin déposait un amendement à la loi sur la liberté des funérailles, stipulant que « tout majeur ou mineur émancipé, en état de tester, peut déterminer librement le mode de sa sépulture ». Adoptée par la Chambre, modifiée par le Sénat, cette loi sur la liberté des funérailles, qui donnait droit de cité à la crémation, fut définitivement adoptée par la Chambre, dans sa séance du 15 novembre 1887. Un grand pas était fait : le principe était posé, il ne s'agissait plus que de le mettre en pratique.

La loi du 15 novembre 1887 avait autorisé la crémation, mais en avait suspendu l'application jusqu'à la promulgation d'un règlement d'administration publique. Ce règlement fut promulgué par un décret du Président de la République, en date du 27 avril 1889, dont nous reproduisons ci-dessous l'extrait relatif à la crémation :

Règlement d'administration publique déterminant les conditions applicables aux divers modes de sépulture.

EXTRAIT

TITRE III. — DE L'INCINÉRATION

ART. 16. — Aucun appareil crématoire ne peut être mis en usage sans une autorisation du préfet, accordée après avis du Conseil d'hygiène.

ART. 17. — Toute incinération est faite sous la surveillance de l'autorité municipale. Elle doit être préalablement autorisée par l'officier de l'état-civil du lieu du décès, qui ne peut donner cette autorisation que sur le vu des pièces suivantes :

1° Une demande émise par le membre de la famille ou de toute autre personne ayant qualité pour pourvoir aux funérailles ; cette demande indique le lieu où doit s'effectuer l'incinération ;

2° Un certificat du médecin traitant affirmant que la mort est le résultat d'une cause naturelle ;

3° Le rapport d'un médecin assermenté, commis par l'officier de l'état-civil pour vérifier les causes du décès. A défaut de certificat d'un médecin traitant, le médecin assermenté doit procéder à une enquête sommaire, dont il consignera les résultats dans son rapport. Dans aucun cas, l'autorisation ne peut être accordée que si le médecin assermenté certifie que la mort est due à une cause naturelle.

ART. 18. — Si l'incinération doit être faite dans une autre commune que celle où le décès a eu lieu, il doit en outre être justifié de l'autorisation de transporter le corps conformément à l'article 4.

ART. 19. — La réception du corps et son incinération sont constatées par un procès-verbal qui est transmis à l'autorité municipale.

ART. 20. — Les cendres ne peuvent être déposées, même à titre provisoire, que dans des lieux de sépulture régulièrement établis.

Toutefois les dispositions des articles 12 à 15 ne sont pas applicables à ces dépôts.

ART. 21. — Les cendres ne peuvent être déplacées qu'en vertu d'une permission de l'autorité municipale.

La Ville de Paris, grâce à l'initiative prise par son Conseil municipal, se trouvait seule, en France, en état d'appliquer les prescriptions de ce règlement. Sur l'initiative de MM. Bartet et Formigé, qu'elle avait chargés d'une mission d'étude des différents systèmes de crémation en usage à l'étranger, elle avait fait construire au Père-Lachaise son premier four crématoire, four à réverbère, chauffé au bois, du système Gorini.

Cet appareil était très défectueux et notoirement insuffisant. Chaque incinération durait environ 1 heure 45 minutes, durée beaucoup trop longue ; de plus, elle consommait environ 1000 kilogr. de bois, ce

(1) Voir l'étude de MM. le Dr de PIETRA-SANTA et Max de NANSOUTY sur la Crémation, publiée en 1881 dans le *Génie Civil* (tome I, n° 8, p. 469, n° 9, p. 497, n° 10, p. 229, n° 11, p. 256, n° 12, p. 281, n° 13, p. 354, et n° 16, p. 379).

Voir également le *Génie Civil*, tome XV, n° 45, p. 324, et tome XVI, n° 8, p. 491.

qui, avec les frais accessoires, portait le coût d'une seule opération à environ 70 francs. Ce système n'était donc ni expéditif, ni économique, et il ne permettait pas d'assurer, par un fonctionnement continu, l'incinération des débris humains.

Aussi, sur la proposition de M. Chassaing, qui poursuivait avec ardeur la solution du problème, le Conseil municipal décida la construction d'un nouvel appareil, plus satisfaisant.

Pendant que les études se poursuivaient dans ce but, la loi de finances du 17 juillet 1889 autorisait les communes à percevoir une taxe d'incinération. Le Conseil municipal de Paris en fixa les tarifs par une délibération du 7 août 1889; mais, jugeant ces tarifs un peu élevés, il vint de les modifier par une nouvelle délibération du 27 décembre 1889, approuvée par un arrêté préfectoral du 30 décembre.

Voici les tarifs actuellement en vigueur:

Nouveau tarif des incinérations.

(Délibération du 27 décembre 1889. — Arrêté préfectoral du 30 décembre 1889.)

- 1^{re} classe, 250 francs.
- 2^e classe, 250 francs.
- 3^e classe, 200 francs.
- 4^e classe, 150 francs.
- 5^e classe et corps amenés directement de l'extérieur, 100 francs.
- 6^e classe, 50 francs.
- 7^e classe, 50 francs.
- 8^e classe, 50 francs.
- Service ordinaire, 50 francs.
- Service gratuit, néant.

Dans le même ordre d'idées, pour favoriser le développement de la crémation, le Conseil municipal de Paris exemptait du paiement de la taxe d'exhumation les corps exhumés pour être incinérés, et du paiement de la taxe de transport les corps amenés de l'extérieur à l'appareil crématoire de la Ville de Paris.

Le nouvel appareil crématoire (fig. 1 et 2) tient le milieu entre le

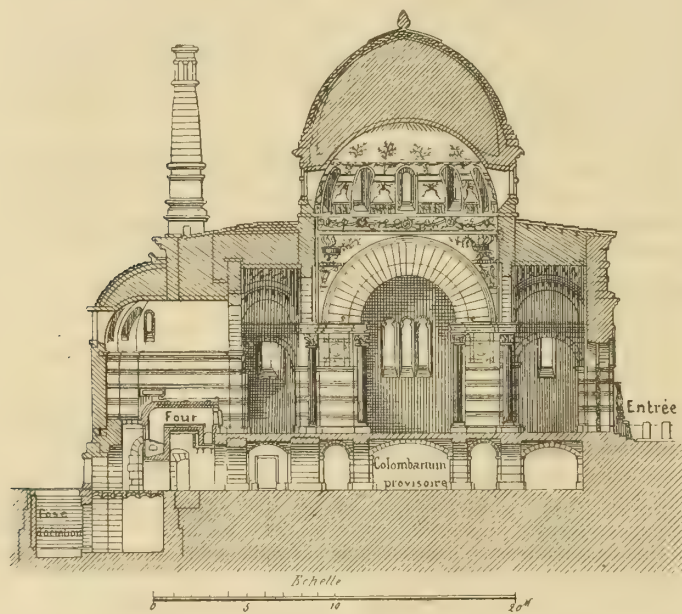


Fig. 1. — Coupe longitudinale du monument crématoire du Père Lachaise.

système Gorini et le système Siemens. Il se compose d'un gazogène, d'un récupérateur et d'une chambre d'incinération.

Le récupérateur employé est le coke, que le gazogène transforme en oxyde de carbone. Celui-ci se mélange avec l'air chauffé par le récupérateur et vient brûler dans la chambre de combustion.

Une question délicate était celle de l'introduction des corps dans l'appareil et du retrait des cendres. Elle a été résolue heureusement par l'emploi du chariot construit par MM. O. André et Piat (fig. 3).

C'est un chariot massif, monté sur des rails encastrés dans le plancher. A l'arrière, il est muni de lourds contrepoids; à l'avant sont adaptés deux longerons articulés formant fourchette.

Sur ces longerons on peut placer la sole métallique supportant le cercueil, ou bien le cercueil lui-même s'il s'agit de débris d'hôpitaux. A l'intérieur du four, deux rainures pratiquées dans la sole reçoivent les deux longerons, qui sont creux et pleins d'eau pour empêcher leur déformation.

Lorsque le cercueil est porté dans le four au moyen de ces deux bras, un simple déclic abaisse ceux-ci et ils se retirent en abandonnant le cercueil. Au contraire, en les introduisant de nouveau à la fin de l'opération et en les relevant, ils rapportent la sole métallique avec les cendres.

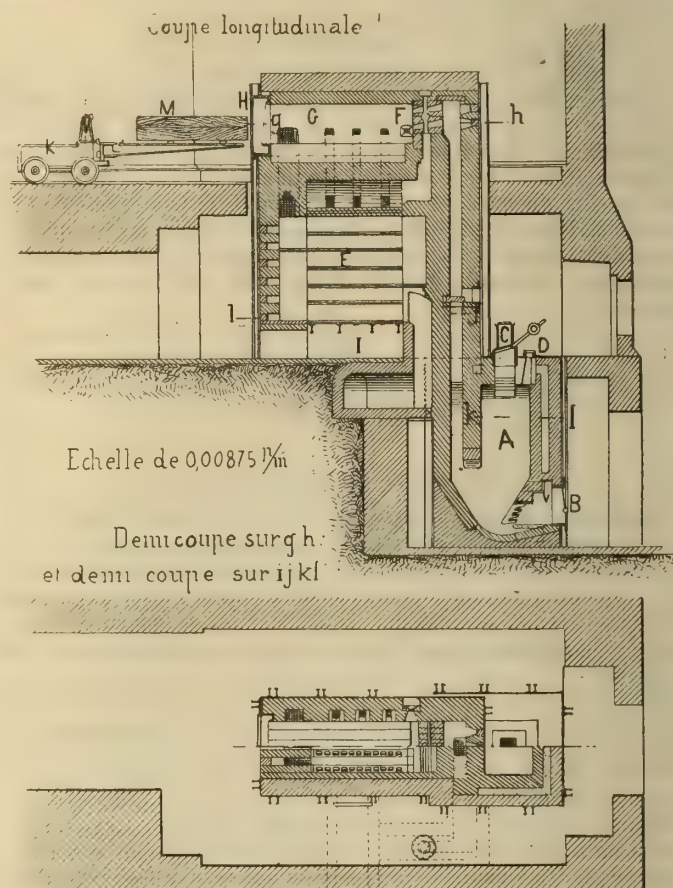
Pour les débris d'hôpitaux, où la sole n'est pas employée, les longerons sont munis d'une raclette et d'un balai en tiges d'acier qui ramènent toutes les cendres à la sortie du four.

Ce nouvel appareil a été inauguré le 5 août 1889, et depuis cette époque il a fonctionné d'une manière satisfaisante et ininterrompue. Le gazogène reste allumé jour et nuit; la durée de chaque incinération est d'environ 1 heure. Ce sont les débris d'hôpitaux qui absorbent la plus grande partie du temps.

L'appareil Gorini a fonctionné jusqu'au 5 août 1889, et 13 incinérations y ont été effectuées. Depuis le 5 août 1889, le nouvel appareil a été seul employé. A la date du 31 décembre 1889, le nombre des incinérations effectuées dans cet appareil était de:

Incinérations demandées par les familles	35
Incinérations de bières contenant des débris d'hôpitaux	483
Incinérations d'embryons	217
TOTAL	735

Le monument définitif (fig. 1) qui doit contenir les appareils crématoires a été conçu par M. Formigé; il présente à la fois un caractère élégant et sévère. Au rez-de-chaussée, se trouvent trois appareils et une vaste salle pour le public. Un columbarium provisoire a été installé dans le sous-sol du monument. Des cases en maçonnerie, ayant 0^m29 de hauteur, 0^m29 de largeur et 0^m49 de profondeur, sont destinées à recevoir les urnes funéraires. Une double rainure est ménagée en avant de la case: la première reçoit une dalle, qui est



LÉGENDE: A Gazogène; — B Porte du gazogène; — C Trémie de chargement; — D Trou de piquage; — E Récupérateur; — F Brûleurs; — G Chambre d'incinération; — H Porte de la chambre d'incinération; — I Conduit de fumée; — K Chariot; — L Bras articulés du chariot; — M Cercueil.

Fig. 2. — Appareil crématoire du Père Lachaise.

scellée après le dépôt de l'urne; la seconde reçoit une plaque pour les inscriptions que la famille voudra faire tracer.

Le paiement de la taxe donne droit à l'occupation d'une case pendant cinq ans.

En vertu d'une délibération du Conseil municipal, du 30 décembre 1889, toute personne qui vient dans les mairies de Paris déclarer un décès, reçoit la notice suivante:

Formalités et conditions à remplir pour les incinérations.

Toute personne qui voudra faire procéder à l'incinération du corps d'une personne décédée à Paris, devra en informer la mairie au moment de la déclaration du décès et y remettre:

1^{re} Une demande écrite, adressée au maire (sur papier timbré) et signée par un membre de la famille ou toute personne ayant qualité pour pourvoir aux funérailles;

2^e Un certificat du médecin traitant, attestant que la mort est due à une cause naturelle.

La mairie se charge de faire prévenir le médecin qui, aux termes de la loi, doit procéder à une contre-visite du corps de la personne décédée; elle remet au déclarant un bulletin qui doit être porté, sans délai, à l'Administration centrale (Bureau des cimetières, pavillon de Flore, Tuileries), qui fixe le jour et l'heure de l'incinération, d'accord avec la famille et en tenant compte des

nécessités du service. Aucune incinération ne peut avoir lieu avant neuf heures du matin, ni après deux heures de l'après-midi.

Lors du règlement du convoi, la famille doit prévenir les Pompes funèbres qu'il y aura incinération, parce qu'il y a lieu, en ce cas, à la fourniture d'objets spéciaux. Ainsi, les cercueils en bois de peuplier sont seuls admis pour la crémation; ces cercueils peuvent, comme les autres, être garnis intérieurement, de carton bitumé ou d'une toile caoutchoutée.

Il est expressément recommandé de ne pas habiller le cadavre, mais de se borner à l'envelopper dans un suaire, et de n'introduire dans le cercueil aucune étoffe, papier ni substance quelconque.

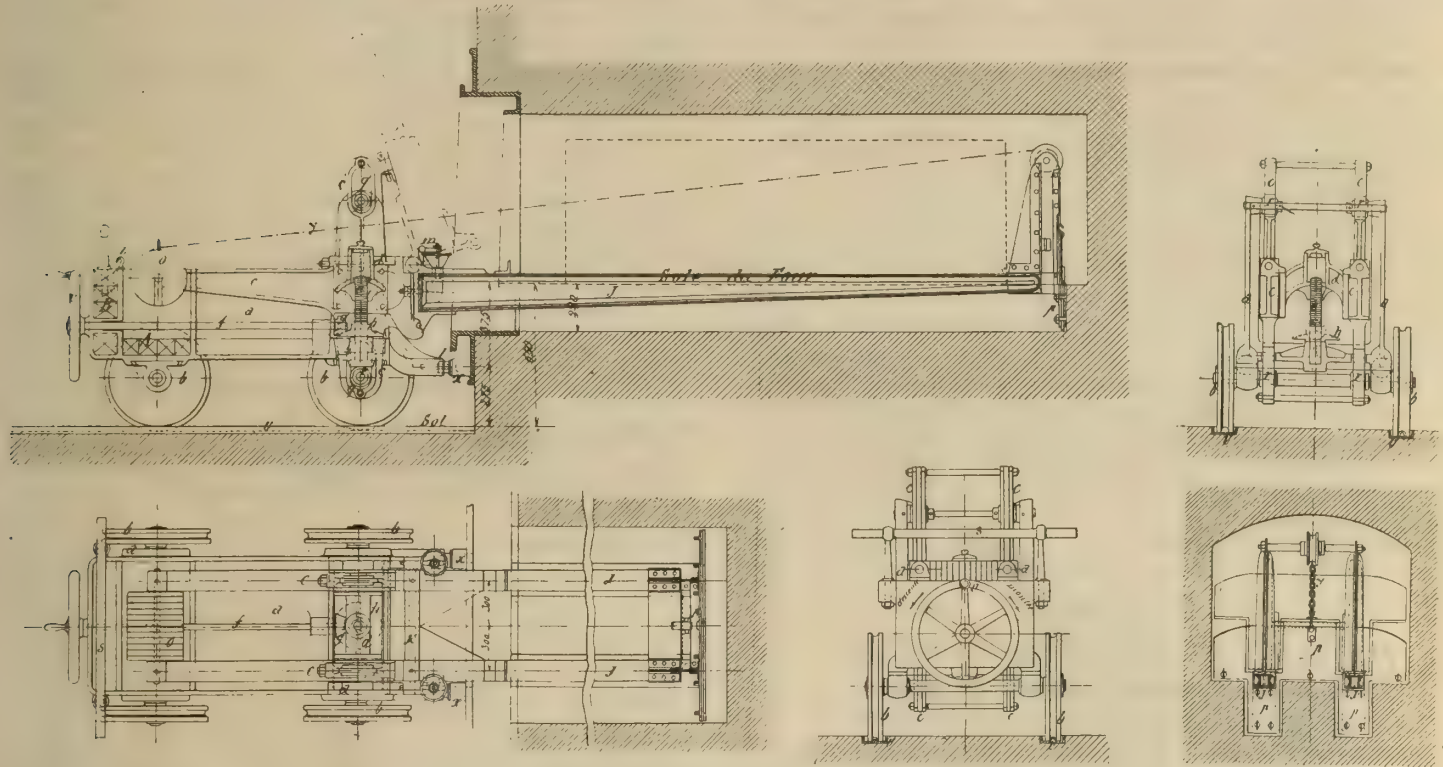
En ce qui concerne les corps amenés de l'extérieur au monument crématoire, ceux qui viendront d'une distance moindre de 200 kilomètres pourront être déposés dans un cercueil de bois de peuplier, avec garniture intérieure de carton bitumé, comme il est dit ci-dessus.

Les cendres sont recueillies dans une urne dont la fourniture est à la charge des familles; celles-ci sont libres d'adopter la forme et la matière qu'elles jugent convenables, si cette urne doit être placée dans une sépulture particulière.

Toutefois, si les cendres doivent être déposées dans le columbarium de la ville de Paris, l'urne doit avoir les dimensions suivantes :

Hauteur, 0^m 28;
Longueur, 0^m 48;
Largeur, 0^m 28.

Nous avons exposé succinctement, dans cette étude sommaire, la situation actuelle de la crémation en France. Bien des progrès restent certainement encore à réaliser, et c'est l'œuvre de l'avenir. Des appareils



LÉGENDE: AB surcharge de 150 kilogr. donnant la stabilité de l'appareil; — J Longerons tubulaires recevant la sole; — p Raclette; — c Longerons d'arrière supportant les contrepoids; — o Contrepoids; — v Volant à main; — f Arbre du pignon g; — g, h Pignons coniques; — K Articulation des longerons de sole; — b Roues du chariot; — u Rails sur lesquels se meut le chariot.

Fig. 3. — Chariot du four crématoire du Père-Lachaise. (Echelle de 0^m 0333 pour 1 mètre.)

La mixture phéniquée des Pompes funèbres, étant comprise dans l'interdiction ci-dessus visée, pourra être remplacée par de la paille de bois.

Les corps amenés d'une distance supérieure à 200 kilomètres devront également être déposés dans un cercueil de peuplier, qui pourra être recouvert d'une bière en zinc, à condition que cette dernière sera enlevée en arrivant à l'appareil crématoire, dans lequel le cercueil de peuplier sera seul introduit.

Les cercueils amenés à l'appareil crématoire ne devront pas dépasser les dimensions suivantes :

Largeur, 0^m 60;
Longueur, 2 mètres;
Hauteur, 0^m 50.

À l'arrivée au monument crématoire, le cercueil, retiré du char, est porté d'abord dans la salle d'attente, où la famille et les assistants sont admis; il est ensuite transporté dans la salle d'incinération, où les plus proches parents du décédé, au nombre de cinq, au plus, peuvent être autorisés à accompagner le corps, et à rester dans la salle d'incinération pendant la durée de l'opération.

plus perfectionnés que ceux qui fonctionnent aujourd'hui surgiront sans doute; les études continuent dans cette voie, et nous citerons, sans y insister, l'appareil Guichard, qui n'est que dans la période d'essais, mais qui semble pouvoir donner de bons résultats. Un nouveau four crématoire va être installé au cimetière du Sud. Un columbarium définitif devra aussi être construit. Ce qui importait avant tout, c'était d'accueillir la crémation en principe, d'en autoriser l'application, et c'est ce qu'a fait la loi de 1887. C'est maintenant au développement de l'instruction et au progrès des mœurs qu'il appartient de généraliser cette innovation et de réaliser ainsi une des grandes réformes hygiéniques du siècle.

HENRI MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

RIVEUSE HYDRAULIQUE DE 200 TONNES

(Planche XXXIX.)

Nous trouvons dans l'Engineer la description d'une riveuse hydraulique de 200 tonnes destinée à un grand établissement de constructions navales, pour le rivetage des tôles de chaudières marines. Cette machine peut opérer sur des rivets d'acier de 75 millimètres de diamètre, à raison de 8 par minute, pour des tôles allant jusqu'à 50 millimètres d'épaisseur et ayant 3^m 60 de longueur. La moitié de la pression totale est employée pour rapprocher les deux tôles à réunir, et l'autre pour donner un premier effort sur le rivet, qui reçoit ensuite la pression totale.

Les figures 1 et 2 de la planche XXXIX représentent l'ensemble de l'appareil.

Le bâti, au lieu d'être en fonte, comme d'ordinaire, est construit en plaques d'acier Martin-Siemens, de 37^{mm} 5 d'épaisseur, entretoisées par des pièces transversales de même métal. La jonction entre ces divers organes se fait à l'aide de cornières en acier de 150 × 150, et la disposition générale permet la visite de l'intérieur de tout le bâti. Tout le rivetage a été effectué mécaniquement en trous percés.

Les deux boulons qui maintiennent les parties opposées du bâti sont en acier forgé et d'un diamètre de 0^m 20; leurs filets ont égale-

ment été forgés, puis retailés; les écrous ont 0^m 225 de hauteur. Chaque boulon avec son écrou pèse 1700 kilogr. environ. Le poids total de l'appareil est de 35 tonnes, au lieu de 65 qu'il aurait atteint avec un bâti en fonte, auquel il est supérieur sous tous les rapports. Cette réduction de poids avait de plus, dans le cas particulier dont nous nous occupons, un avantage important, au point de vue des fondations, le sol étant très compressible et exigeant l'emploi de pilotes de 24 mètres de longueur.

Au-dessus de la riveuse est établi un échafaudage en charpente, servant de support à un treuil roulant. Cet échafaudage (fig. 3 à 6, pl. XXXIX), a 12^m 30 de portée, et le treuil peut manœuvrer une charge de 50 tonnes, soit une chaudière de 6 mètres sur 6 mètres. Les pièces de charpente sont en chêne et armées par des tirants en fer. Le montant placé derrière la riveuse porte l'appareil moteur, qui est à triple engrenage. Il se compose de deux cylindres à vapeur, de 0^m 20 de diamètre, actionnant des roues à empreintes en acier fondu, sur lesquelles passent les chaînes. La hauteur de levage est de 12 mètres. Toutes les opérations s'exécutent sous le contrôle d'un seul ouvrier, placé sur une plate-forme établie à hauteur de la riveuse.

L'eau est fournie par deux pompes horizontales à double effet, qui donnent une pression de 105 kilogr. par centimètre carré. Les cylindres à vapeur ont un diamètre de 0^m 55 et une course de 0^m 45. Le diamètre des pompes est de 0^m 081. Elles peuvent être découplées, de manière à agir séparément, et on peut ainsi n'employer qu'une pompe pour les travaux de moindre importance.

Ces pompes sont représentées dans les figures 7 à 9 (pl. XXXIX), et la figure 10 indique les dispositions d'une soupape régulatrice à commande hydraulique, que l'accumulateur ferme automatiquement quand il atteint le sommet de sa course, et laisse se rouvrir quand il redescend ; cette soupape, interposée sur la conduite de vapeur, règle ainsi l'admission dans les cylindres. Ce résultat s'obtient à l'aide d'un levier à mouvement de sonnette, manœuvré par l'accumulateur, et qui ouvre ou ferme l'admission de l'eau sous pression sur un petit piston horizontal, relié à l'obturateur de la soupape. Ce système fonctionne régulièrement et sans choc, et permet de placer les pompes et l'accumulateur dans des positions quelconques les unes par rapport à l'autre : il suffit de les relier par une conduite de 0^m 0125 de diamètre.

L'accumulateur, dont le poids propre atteint 35 tonnes et dont les rondelles de chargement pèsent 100 tonnes, a dû, en raison de l'insistance du sol de fondation, être établi sur une base aussi large que possible. Elle est constituée par un croisillon en fer forgé, dont les branches ont 6 mètres de longueur, et qui repose sur un massif de béton de 3^m 90 d'épaisseur. Ce dernier a été coulé sur le cadre supérieur, qui maintient 80 pilots de 21 mètres de long. L'ensemble de la construction pèse environ 140 tonnes, et le pylone métallique (fig. 11) qui sert à guider l'accumulateur a 9^m 60 de hauteur. Il est composé de montants verticaux d'angle et de contre-fiches en fers double T de 300 × 150 × 150, avec un montant intermédiaire, sur lequel viennent s'assembler des entretoises horizontales en fers à T de dimensions diverses. Le croisillon forme l'ossature intérieure d'un caisson qui supporte le poids mort du piston et du cylindre de l'accumulateur.

Les générateurs de vapeur sont au nombre de deux, du type locomotive, et chacun d'eux peut alimenter le moteur d'une des pompes en marchant à pleine vitesse. La pression de la vapeur est de 7 kilogr. Les carneaux se réunissent à la base d'une cheminée en tôle de 18 mètres de hauteur. Un réchauffeur tubulaire horizontal à 53 tubes présentant une surface totale de chauffe de 6 mètres carrés, alimenté par une petite pompe à double effet, complète les appareils de production de vapeur.

Un bâtiment unique contient toute l'installation et a comme dimensions, 18 mètres × 18 mètres en plan et 15 mètres de hauteur libre sous poutres.

POMPES A FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE pour le relevage des eaux d'égout.

(Planche XXXIX.)

Nous trouvons également dans l'*Engineer* quelques renseignements intéressants sur les pompes à fonctionnement hydraulique automatique pour le relevage des eaux d'égout. On sait qu'à l'usine de Clichy, les eaux d'égout de Paris sont reprises, après un passage à travers une grille qui arrête les corps volumineux, par des pompes centrifuges du système Perrigault. En Angleterre, on paraît plutôt porté à faire usage des dispositifs indiqués dans les figures 1, 2, 3 et 4 (pompes actionnées par un moteur hydraulique), et dans la figure 5 (appareil élévateur relié à une usine centrale d'aspiration).

La figure 1 donne un exemple du premier système : le tuyau d'égout débouche dans un puisard surmonté d'un regard, et l'eau passe dans un second puisard, où elle tombe dans un réservoir pourvu d'un flotteur. Ce dernier, par une commande à mouvement de sonnette, agit sur l'appareil de distribution d'un cylindre hydraulique communiquant avec le réseau de la ville. La tige de piston de ce moteur commande directement le piston d'une pompe à simple effet. Tout le système est placé sous le sol. Un siphon, muni d'un regard à l'extrémité du tuyau de refoulement, permet d'enlever les corps qui auraient passé par la pompe, dont la disposition est telle, qu'elle ne peut que difficilement s'engorger.

La figure 2 donne une variante du même système, dans laquelle le moteur et la pompe sont verticaux, de manière à tenir moins de place. Elle est adoptée à l'usine élévatrice d'Aylesbury.

Ces installations permettent de relever les tuyaux d'égout, qui, étant fréquemment composés de poteries d'un diamètre relativement faible, ont besoin de pentes très accentuées, ou encore de concentrer toutes les eaux des districts les plus bas dans un puisard, pour les envoyer de là à l'usine élévatrice centrale. En général, on emploie des installations doubles (fig. 4 et 5), de manière à suffire au débit aux heures où il atteint son maximum, et à n'en faire marcher qu'une, lorsqu'il ne dépasse pas la moyenne.

La figure 5 indique une autre disposition, également placée sous le sol, mais sans l'addition d'un moteur spécial. La pompe est constituée par un récipient A, qui communique avec le puisard par un tuyau d'aspiration C, à l'extrémité supérieure duquel se voit une soupape H. La tige d'un flotteur B traverse une presse-étoupes et agit sur le robinet d'une conduite D, reliée à une usine centrale d'aspiration, de manière à mettre alternativement la capacité A en communication avec le vide ou avec l'atmosphère. On obtient ainsi le remplissage ou le refoulement automatiques de la pompe. Ces appareils, comme les précédents, se placent dans chaque subdivision, en ne laissant se répandre aucun gaz nocif dans l'atmosphère.

ARBRES FLEXIBLES POUR TRANSMISSIONS

Nous avons précédemment exposé dans le *Génie Civil* (1) les dispositions de l'outillage employé au Mourillon, annexe de l'arsenal de

Toulon, pour utiliser la force de l'eau sous pression. Notre but était de faire connaître l'emploi de petites machines hydrauliques portatives très ingénieuses, pour percer mécaniquement sur place et après assemblage des pièces à réunir, la presque totalité des trous de rivets, boulons, etc., entrant dans la construction des ouvrages métalliques de toute nature, et spécialement des navires et des chaudières à vapeur. Ces petits appareils portatifs, imaginés par M. l'Ingénieur de la Marine Berrier-Fontaine, aujourd'hui Directeur des Constructions navales, devaient, disions-nous, permettre de construire, au Mourillon, un navire de l'Etat, plus rapidement que dans n'importe quel chantier de l'industrie privée, grâce à l'organisation excellente de ce chantier. Et nous annonçons que le croiseur le *Davoust* en donnerait la preuve ; l'événement a confirmé nos prévisions : le *Davoust* est à peu près terminé, et s'il n'est pas complètement armé, c'est pour des causes étrangères à l'arsenal de Toulon.

Ces appareils hydrauliques portatifs ont surtout été conçus pour actionner un organe qui est connu sous le nom d'arbre flexible. Nous

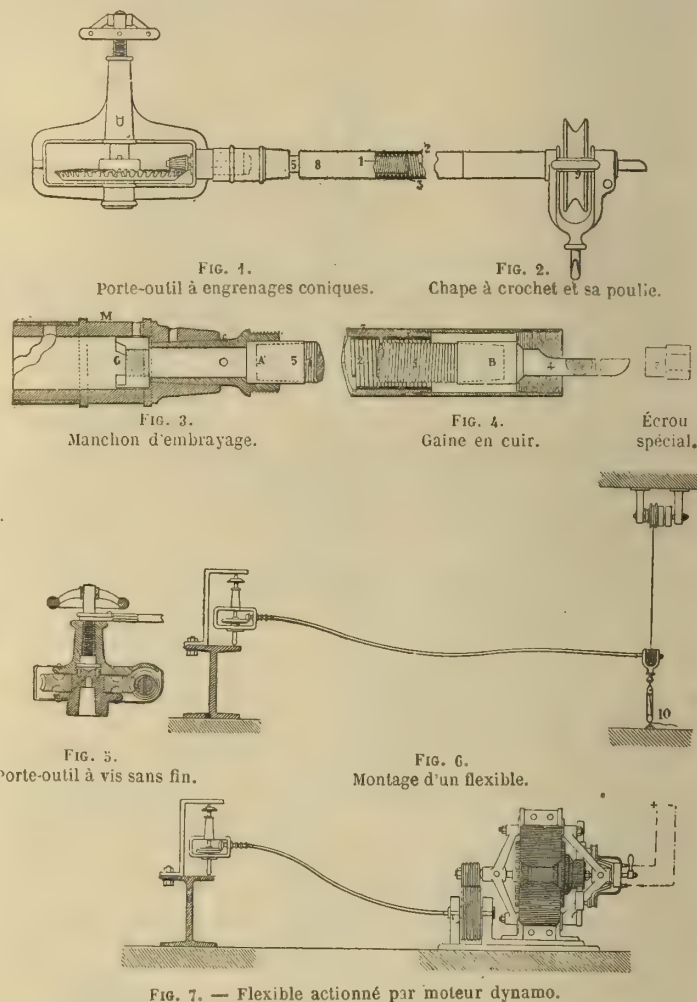


Fig. 1 à 7. — Types des arbres flexibles français, avec leurs accessoires.
1. Ame en fil d'acier (fig. 1 et 4). — 2. Ressort en fil spécial d'acier (fig. 1 et 4). — 3. Gaine en cuir (fig. 1 et 4). — 4. Douille-baïonnette en acier (fig. 4). — 5. Douille cylindrique en acier avec écrou spécial (fig. 1, 3 et 4). — 6. Douille de raccordement en fonte (fig. 1). — 7. Manchon en fer, fixant la gaine (3) à la chape (9) (fig. 2). — 8. Manchon en fer, fixant la gaine (3) à la douille (6) (fig. 1). — 9. Chape à crochet et sa poulie en fonte d'acier (fig. 2). — 10. Petit palan.

Le manchon d'embrayage (M) et le grain de butée (G) en acier font partie du porte-outil (fig. 1).

Fig. 1 à 7. — Types des arbres flexibles français, avec leurs accessoires.

allons entrer dans quelques détails sur ces arbres flexibles, peut-être encore trop peu répandus, malgré leurs réels avantages.

Au début de leur emploi, nous étions tributaires des Etats-Unis : ils sont, en effet, d'invention américaine, et ont été construits à Philadelphie dans les ateliers de MM. Stow et Burnham. La première application en a été faite à Indret, pour le perçage des trous de rivets dans les tôles des chaudières.

L'arbre flexible américain se compose d'une série d'hélices en fils d'acier dont les spires se touchent, et qui s'emboîtent les unes dans les autres avec des enroulements successivement à droite et à gauche. Chacune de ces enveloppes en hélice est formée de 5 ou 6 fils juxtaposés, et d'un diamètre variant avec la grosseur de l'arbre ; le pas de l'hélice engendrée par un groupe de 5 ou 6 fils est, par suite, 5 ou 6 fois le diamètre même du fil. Aux deux extrémités, toutes ces hélices sont brasées ensemble et reçoivent un bout d'entraînement soudé à l'étaim ; l'un reçoit le mouvement d'une machine quelconque, l'autre le transmet au porte-outil.

Telle est la partie qui constitue réellement l'arbre flexible. Une gaine fixe, formée d'une hélice en fil d'acier d'un diamètre un peu plus fort que les précédents et dont les spires sont jointives, enveloppe l'arbre dans toute sa longueur ; elle est recouverte de cuir. A chacune de ses extrémités est fixée une douille en fer qui sert de palier pour soutenir et guider les bouts d'entraînement de l'arbre.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIII, n° 8, p. 416.

Un pareil arbre est à même de transmettre à distance, dans des positions très différentes, un mouvement de rotation fourni par un arbre quelconque. Sa flexibilité lui permet de se prêter à une série de travaux qui ne pourraient, sans cela, se faire qu'à la main.

Essayé à Indret en 1879, cet outil donna des résultats avantageux ; les quelques inconvénients qui se sont montrés avec le porte-outil livré par le fournisseur ont été supprimés au moyen de modifications introduites par l'usine d'Indret. Une étude attentive de l'économie dans la main-d'œuvre a fait ressortir que le prix d'achat serait rapidement compensé par cette économie, bien que ce prix fût assez élevé, environ 500 francs. Pour des trous de 30^m/m par exemple, on avait calculé que le perçage de trou revenait à 0 fr. 12 à la main, et à 0 fr. 05 avec le flexible ; de sorte qu'au bout de 8 300 trous, le prix du flexible était amorti.

Les détails qui précèdent sont extraits d'un rapport de M. Finaz, Ingénieur de la Marine, en date du mois de novembre 1879, époque à laquelle il était attaché à l'établissement d'Indret. Depuis lors, l'emploi des arbres flexibles s'est généralisé dans la Marine militaire qui, jusqu'en 1885 ou 1886, ne pouvait se les procurer qu'aux États-Unis. Un constructeur français, M. Marcel Fonreau, Ingénieur, est parvenu à fabriquer des arbres flexibles qui diffèrent notablement, dans leur mode de fabrication, de ceux que nous venons de décrire ; ils fonctionnent parfaitement, et ont le double avantage de coûter moins cher et d'être de construction française. Ceux qui étaient actionnés par les machines portatives de M. Berrier-Fontaine, pour les travaux du *Davout*, avaient été fournis par cet Ingénieur. Ils ont été exposés dans la Galerie des Machines, à la classe 53, et ils auraient été certainement l'objet d'une récompense, si l'exposant n'avait pas refusé de soumettre une notice au Jury, pour des motifs que nous n'avons pas à apprécier. En voici une description sommaire :

Le principal organe du flexible se compose d'une série de ressorts en acier, dont le nombre varie suivant les dimensions des trous que l'on veut percer, ou l'effort de torsion que l'on veut transmettre ; ils sont enroulés les uns sur les autres, et de pas contraire deux à deux. Chaque extrémité de ces ressorts est soudée dans des douilles en acier, de manière à faire un seul bloc. L'une de ces douilles, de forme spéciale, se loge dans l'axe d'une poulie à gorge, tandis que l'autre reçoit un écrou à griffes qui vient s'embrayer aisément sur l'axe d'un porte-outil quelconque. Les ressorts, quoique bien serrés les uns contre les autres, conservent toute leur flexibilité ; ils forment, par leur assemblage, une transmission flexible, et le mouvement de rotation, tendant à la fois à dérouler une partie des ressorts et à enrouler l'autre, à cause de leur pas contraire, il en résulte que ces effets s'annulent par le serrage des fils, quelle que soit la forme recourbée que prend le câble.

Le flexible est enveloppé dans une gaine en cuir, renforcée intérieurement d'un ressort à boudin de section particulière, qui permet de tenir l'arbre à la main et de l'empêcher de prendre une courbure trop prononcée.

La commande de la poulie se fait par une corde sans fin en chanvre. La tension de cette corde s'opère au moyen d'un petit palan qui, à l'une de ses extrémités, vient se fixer à la chape de la poulie, et à l'autre au sol (fig. 6).

Les porte-outils sont de deux types : les uns sont à engrenages coniques (fig. 1) ; les autres sont à vis sans fin en acier, avec roue hélicoïdale en bronze (fig. 5). Ils sont munis d'un débrayage sans choc, pour faciliter le centrage des forets.

Le constructeur a cherché à faire mouvoir ses flexibles au moyen de dynamos, à l'aide d'une disposition spéciale ; la Société de la Loire, à Saint-Nazaire, en a fait l'application.

Les arbres flexibles de M. Fonreau sont employés en grande quantité dans nos arsenaux ; ils commencent à se répandre dans beaucoup d'établissements privés, parmi lesquels nous citerons les anciens établissements Cail, les Forges et Chantiers de la Méditerranée, la Compagnie Transatlantique, la Société de la Loire, diverses Compagnies de chemins de fer, et enfin à l'étranger, en Allemagne, en Suisse, en Italie, en Autriche, en Russie, en Suède, en Norvège, en Turquie, au Vénézuéla, etc.

Un marché tout récent, passé avec la Marine nationale, fait ressortir les flexibles de fabrication française à un prix qui est moitié de celui des États-Unis. Pour le travail de perçage des tôles de construction, l'économie sur le forage à la main est plus grande que celle que nous avons signalée, quand les dispositions du chantier sont bien comprises.

E. LISBONNE,

Directeur des constructions navales, en retraite.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

LA MEUNERIE A L'EXPOSITION DE 1889

(Suite et fin.)

Blutage. — Les bluteries ou blutoirs, qui ont été l'objet d'améliorations assez nombreuses et rationnelles depuis quelques années, sont les plus puissants et utiles auxiliaires de la bonne mouture ; nous décrivons les plus intéressants.

M. E. Decollogne, meunier, a fait construire une *bluterie centrifuge* à enveloppe de bois, qui tient peu de place et n'exige que peu de force motrice, tout en faisant un travail relativement avantageable.

La cage de cette bluterie (fig. 1) est ronde et toute en fer ; une tourte en fonte, dont le moyeu est creux et laisse passer la marchandise à l'entrée et à la sortie, est placée à chaque bout de la cage et la

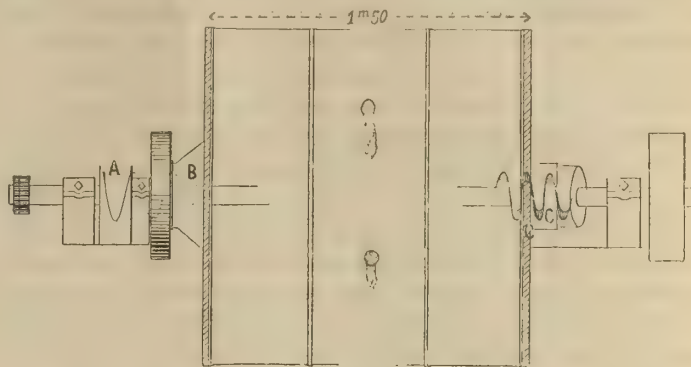


FIG. 1. — Schéma de la bluterie centrifuge.

maintient rigide. La forme des ailettes, légères et peu larges, permet un blutage puissant et se faisant avec douceur. La cage est garnie de soies ordinaires.

La matière à bluter arrive dans une boîte en fonte A, d'où elle est conduite par une petite vis placée sur l'arbre, et traverse le manchon de la tourte B, d'où elle fait son entrée dans la bluterie. A la sortie, un système très simple l'introduit dans l'ouverture de la tourte C, et une vis l'entraîne au dehors. Il ne peut se produire d'engorgement, car si, pour une cause quelconque, la bluterie venait à s'arrêter pendant la marche, aucune marchandise n'y pourrait entrer, la vis qui l'y introduit ne fonctionnant plus.

Le distributeur automatique adapté à cette bluterie est aussi du système Decollogne.

On sait que les distributeurs alimentateurs employés jusqu'à ce jour

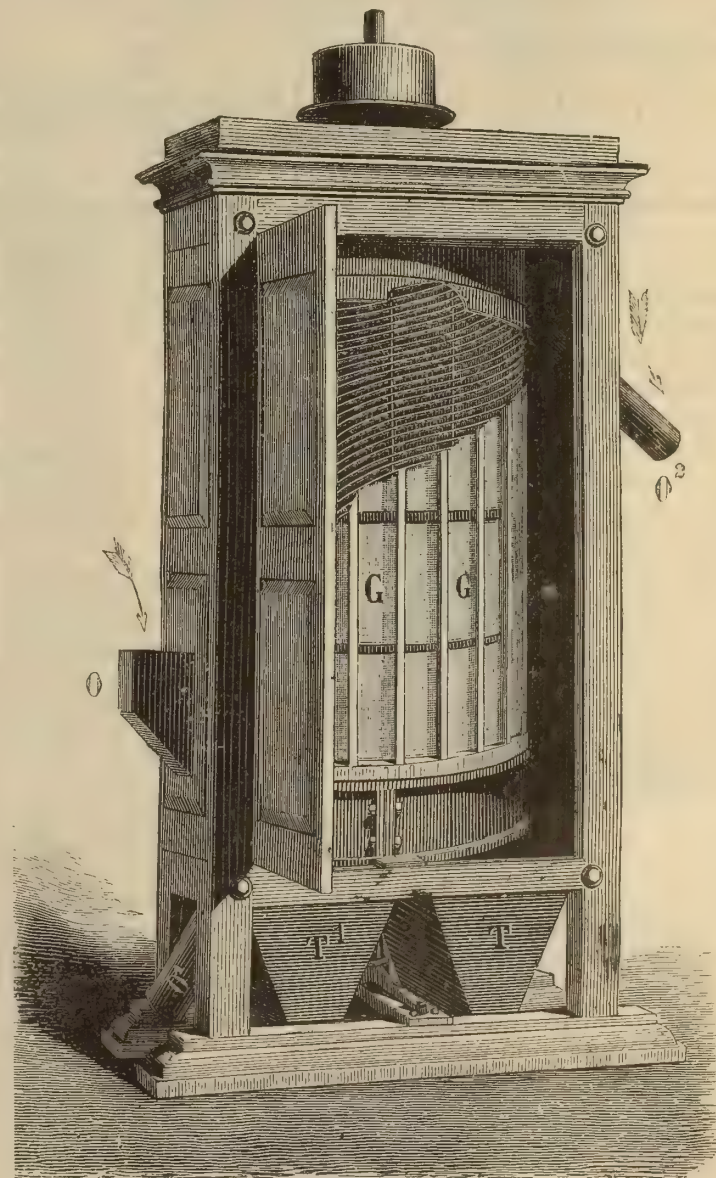


FIG. 2. — Nouvelle bluterie verticale.

en meunerie sont presque tous réglés par une vanne fixe et ont le défaut de n'être pas d'une régularité parfaite comme alimentation, surtout pour les produits mous et farineux ; la matière à traiter s'arrête et obstrue partiellement la bluterie, donnant plus ou moins de mar-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 20, p. 408, et n° 21, p. 427.

chandise à droite ou à gauche) et même s'engorgeant souvent complètement.

Le distributeur Decollogne, qui assure l'alimentation de l'appareil d'une façon régulière, consiste en la substitution, à la vanne de réglage, d'un second rouleau plus petit et de vitesse différentielle, lequel, au moyen d'une disposition spéciale, peut se régler en vue d'augmenter ou de diminuer le débit. Ce rouleau reçoit son mouvement du rouleau principal à l'aide d'une petite roue dentée.

La nouvelle bluterie verticale à farine et à son de M. Hignette (fig. 2) se compose d'une cage en bois qui renferme un cylindre tournant contenu dans un châssis cylindrique fixé à la carcasse et entourant le cylindre à une petite distance toujours égale sans jamais le toucher.

Autour du cylindre mobile sont fixées, au moyen d'équerres, des hélices qui donnent un mouvement d'ascension très rapide à la matière à bluter. Par ce mouvement, la matière est montée de bas en haut, et, en même temps, est lancée contre le revêtement du châssis (garni de toile métallique ou de gaze à bluter). Le produit du blutage tombe dans les trémies T et T', tandis que le refus sort par le tube O². Le tube O¹ ne sert que de dégagement à la machine pour la vider en cas d'arrêt.

Cette machine peut être mise en combinaison avec d'autres du même genre, sans avoir besoin d'élévateurs, par suite de sa disposition particulière. Avec une force d'un cheval-vapeur, elle peut bluter 6 quintaux de farine à l'heure, avec une vitesse d'environ 4 à 500 tours par minute.

La nouvelle bluterie dite *Balance*, du même constructeur (fig. 3), est

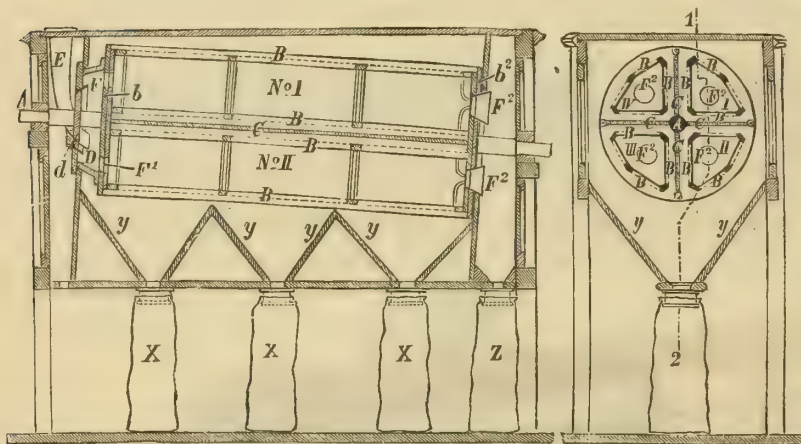


FIG. 3. — Nouvelle bluterie, dite *Balance*.

un blutoir ordinaire coupé transversalement en quatre parties recouvertes de gaze. Il existe des passages entre deux chambres. Les quatre chambres sont du même poids et, pendant que l'une monte, l'autre descend; les chambres se balancent. Elles sont maintenues entre deux fonds assujettis sur l'axe. A l'un de ces deux fonds est fixé un entonnoir tournant avec les chambres, au moyen duquel ces chambres sont alimentées par des trous pratiqués au fond. A l'autre fond, il y a également quatre trous par lesquels le son quitte les quatre chambres, tandis que la farine passe à travers la gaze recouvrant les chambres.

La matière à bluter pénètre par l'entonnoir E dans les quatre chambres, la matière fine passant à travers les tamis, tandis que le refus sort de la machine en queue. Sur l'axe A on place la poulie recevant la commande.

La matière à travailler, introduite dans l'entonnoir E, pénètre dans les chambres à tamis I, II, III, IV par les trous F¹, indiqués dans le fond. F² sont les issues par lesquelles sortent les refus qui tombent en Z. X sont les sacs destinés à recevoir la matière fine qui a passé à travers le tamis B.

Cet appareil produit autant que trois bluteries ordinaires; il exige peu de place, une force motrice très faible, les chambres se contrebalançant et la machine tournant très lentement; il a une marche tranquille et ne vibre pas.

Le détacheur-bluteur-sécheur pour gruaux farineux de M. A. Millot se compose d'un détacheur avec frappeurs et brosses, ainsi que d'un bluteur à hélice. La marchandise est introduite dans la première partie de la machine, où elle est détachée et brossée à l'aide des frappeurs et des brosses en crin; dans la deuxième partie, elle est projetée, au moyen d'ailettes, sur toute la surface du châssis. Les produits blutés tombent dans la vis sans fin et sont ramenés à la descente.

La bluterie ronde de M. Outrequin (fig. 4) a ceci de particulier qu'elle n'a pas de barres longitudinales à l'intérieur; donc pas d'interruption dans la marche de la bousille, qui, ainsi, peut cheminer sur toute la surface du tissu, et cela avec une vitesse lente et régulière, sans secousses, ni projections. La cage a de 0^m80 à 1 mètre de diamètre. Les mailles de la gaze de soie sont tenues constamment ouvertes au moyen d'une brosse douce, longitudinale, tournant légèrement autour de son axe et placée à la partie inférieure de la cage. De place en place, des palettes contournées en spirales sont adaptées aux cercles de la cage; ces espèces de pelles servent de ramasseur, pour empêcher la marchandise de s'agglomérer vers le fond de la cage.

M. Daverio construit depuis peu une bluterie nouvelle combinée avec courant d'air. Dans cet appareil, un mouvement d'air oscillant est produit par l'action d'une soufflerie placée de chaque côté du cylindre bluteur, ce qui augmente, d'après l'inventeur, d'une manière considérable l'effet du blutage et tient, en outre, les mailles de la garni-

ture de soie constamment ouvertes, d'où résulte une capacité de production plus forte et toujours normale.

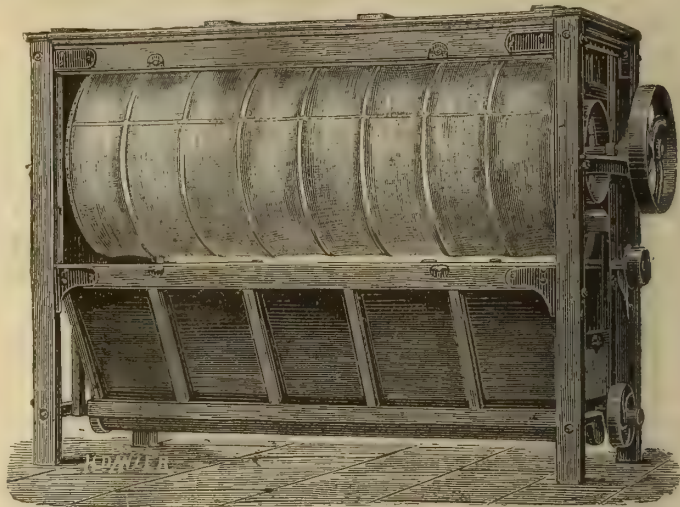


FIG. 4. — Bluterie ronde.

La bluterie zigzag de MM. Maërki, Haller et C^{ie} donne six passages comme diviseur de gruaux. Elle se compose de quatre ou six tamis accolés par deux et superposés. Sur chaque tamis est disposé un zigzag de distance en distance, et la marchandise fait ainsi un parcours assez long qui lui permet de se mieux répartir sur toutes les surfaces blutantes, et par cela même de se diviser en plusieurs cases, selon qualité.

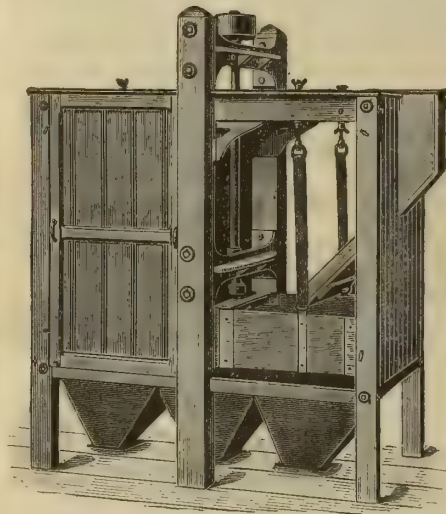


FIG. 5. — Tamis horizontal rotatif.

Le tamis horizontal rotatif système Robinson (fig. 5) agit à la façon des tamis à mains et à écoulement continu. Les produits des broyeurs (boulange) arrivent par un tuyau et sont déversés sur un premier tamis, légèrement incliné et divisé par des bandes longitudinales et d'autres transversales formant des canaux, contrariés comme direction, et qui obligent ces produits à cheminer en sens divers jusqu'à leur chute sur un second tamis placé au-dessous de ce premier et organisé de façon identique, mais dont l'inclinaison est en sens contraire de celui-ci.

Les produits les plus fins passent au travers de ces tamis, suivant leur grosseur, et se rendent dans les différentes cases qui leur sont destinées, et les refus, c'est-à-dire les produits les plus gros et les plus légers, qui sont à reprendre, se maintiennent à la surface, tombent en queue et sont recueillis dans une case spéciale.

Sassage. — Les sasseurs, appareils relativement nouveaux, ont été l'objet de modifications importantes; quelques types nouvellement admis dans la pratique ont surtout appelé l'attention des hommes compétents dans la meunerie.

La nouvelle machine à nettoyer les gruaux, sans sas ni tamis, de M. A. Millot, se compose de trois tambours ou cylindres projecteurs garnis de palettes; de six canaux de condensation; de quatre vis d'Archimède transportant les marchandises hors de la machine; et d'un ventilateur-aspirateur.

Les gruaux sont introduits dans la trémie de l'appareil et sont amenés sur le premier projecteur par un rouleau distributeur; ils sont saisis par les palettes et projetés en pluie dans le vide contre la paroi et dans les ouvertures du premier canal; les rougeurs sont aspirées par le ventilateur. Ensuite, les gruaux entrent dans un second canal, où ils sont soumis à une aspiration plus forte, qui a pour but d'enlever les déchets ainsi que les soufflures qui auraient pu être éparpillées dans le premier canal; ces déchets sont envoyés dans les vis d'Archimède qui les conduisent au canal de sortie.

Cette épuration se reproduit six fois, tant dans les canaux des projecteurs que dans ceux d'aspiration, avant que les gruaux, parfaitement nettoyés, tombent enfin sur les vis sans fin pour sortir de la machine par les canaux qui se trouvent des deux côtés.

Des valves permettent de forcer ou d'atténuer le tirage des canaux, suivant la grosseur des gruaux; chaque canal a son tirage indépendant et se règle séparément; on peut donc augmenter ou diminuer le tirage de l'un de ces canaux sans rien changer aux autres.

Dans le sasseur de M. Chevallier, l'épuration des gruaux se fait à l'aide d'une seule toile montée sur un châssis s'adaptant au cadre du sas d'une façon simple et solide. Les pellicules sont maintenues sur

la toile par un courant d'air que l'on règle à volonté et instantanément pendant la marche; les plus légères sont enlevées par le courant d'air qui les fait passer entre des récepteurs qui les reçoivent et les distribuent dans deux dalles ayant le même mouvement du sas, dans

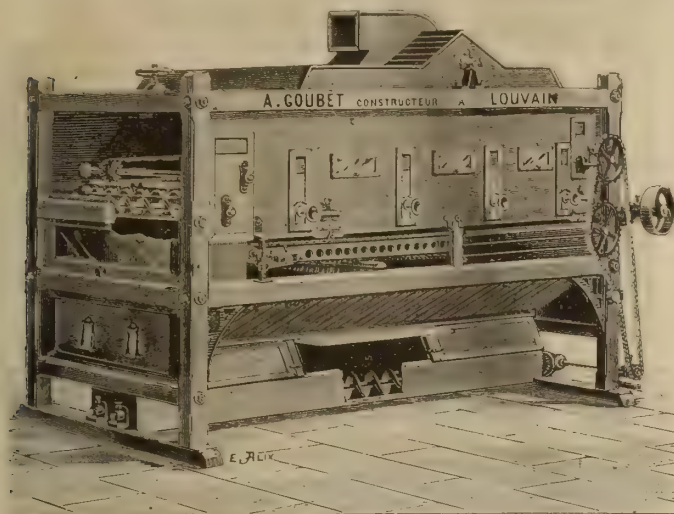


FIG. 6. — Sasseur dit le « Progrès ».

le but de les faire circuler jusqu'à leur extrémité, où elles tombent dans une boîte. Une vis reçoit les gruaux sâssés; le classement se fait par des guichets pratiqués au fond de la vis, afin d'obtenir des gruaux de diverses grosseurs.

Le *sasseur dit à action continue et mouvement simultané de rotation et de translation*, de M. Paul Caëns, se compose d'une enveloppe en bois à l'intérieur de laquelle est disposé un tamis ou crible (cadre

Dans le *sasseur* dit le « Progrès », de M. Goubet, les matières à sasser sont divisées en quatre produits bien distincts : 1° gruaux ou fins finots purs qui tombent dans la vis sous le tamis; 2° gruaux ou fins finots piqués et les fins sons qui se déposent dans les canaux; 3° les queues de tamis nettoyées qui passent comme rejets du tamis; 4° les soufflures enlevées par l'aspirateur.

Ce sasseur (fig. 6) se compose :

D'un distributeur automatique distribuant la marchandise en couche uniforme et d'égale épaisseur sur le tamis;

D'un sas très léger, muni de tamis interchangeable, dont la suspension permet de changer facilement l'inclinaison du tamis, même pendant la marche, suivant la nature des produits à sasser;

D'une brosse automatique nettoyant constamment le tamis par-dessous, et dont on peut faire varier à volonté la pression sur la soie, afin d'en tenir les mailles ouvertes;

D'augets longitudinaux évasés vers le haut et placés au-dessus du tamis, dont il est absolument indépendant, et pouvant, au moyen d'une disposition spéciale, en être éloignés ou rapprochés à volonté, suivant la nature des produits à traiter;

D'une seconde brosse automatique qui nettoie les augets;

D'un aspirateur dont la force peut être modifiée au moyen de grilles régulatrices pour chacune des divisions du tamis, suivant la nature, le poids et la qualité des marchandises.

La machine peut être pourvue d'un double vis, avec clapets réversibles ou tiroirs permettant de ramener les produits dans un sens ou dans l'autre.

Élévateurs et transporteurs. — Dans l'*élévateur avec chaînes Ewart* les glissements de courroies sur poulies sont évités, de petites roues pouvant être employées, et la commande peut, dans certains cas, se faire par le bas. Les godets s'appliquent sur les maillons à attaches, placés de distance en distance, avec plus de facilité que sur une courroie. Les poulies du haut et du bas sont remplacées par des roues dentées. Par suite du mode d'attache des godets sur la chaîne, il est facile d'en augmenter ou d'en diminuer le nombre, pour modifier le rendement de l'élévateur selon les besoins.

Le *transporteur horizontal à palettes d'entraînement* (fig. 7) se compose de

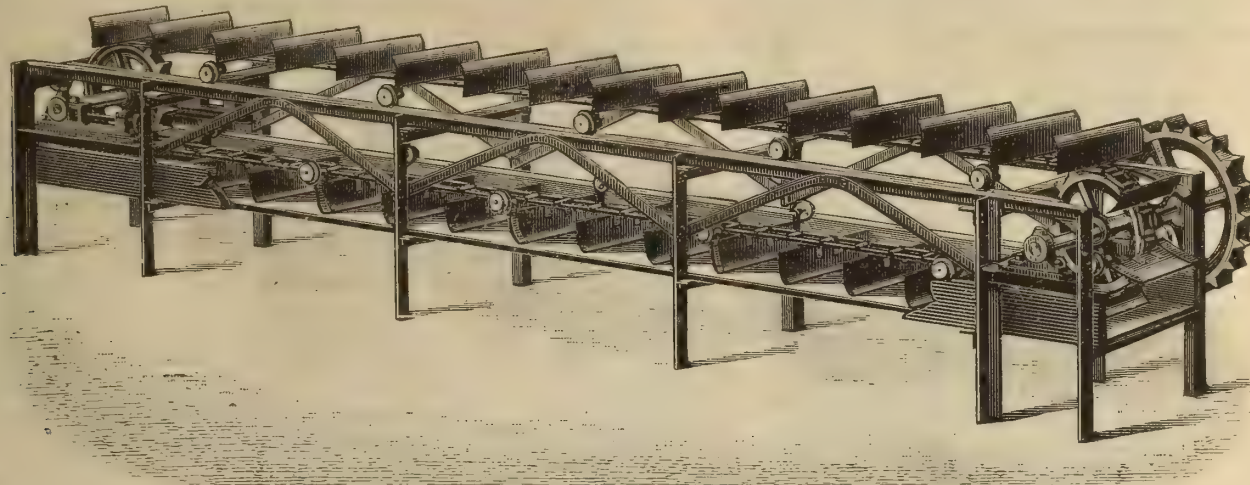


FIG. 7. — Transporteur à palettes d'entraînement.

longitudinal sur lequel on a fixé des lés de gaze de soie de numéros différents), qui est soumis, au moyen d'un excentrique vertical, à un mouvement de rotation et de translation en tout semblable à celui d'un sas à main. Des valves, réglables à volonté, placées à la partie inférieure, laissent pénétrer l'air qui, aspiré de bas en haut, passe au travers des mailles du tamis, les tient ouvertes, facilite ainsi le travail des produits et entraîne au dehors de l'appareil toutes les poussières et les produits plus légers qui doivent être éliminés de la marchandise en travail.

Le *nouveau sasseur aspirateur à double effet*, de M. Maurel, est employé pour l'épuration des fins gruaux, et peut s'adapter à tous les genres de moutures. Cet appareil agit par refoulement et aspiration d'air au moyen de ventilateurs disposés de manière à bien diviser et répartir l'air sous toute l'étendue du tamis, et aussi à maintenir en suspens toutes les matières étrangères, plus légères que les gruaux, en les forçant, sans se mélanger à ces derniers, à venir se rendre dans un conduit spécial pendant que l'évaporation est aspirée dans une chambre spéciale.

Le *sasseur à tamis*, système Robinson, se compose d'augets placés horizontalement au-dessus du tamis. Ces augets sont destinés à recevoir et retenir les matières lourdes qui y sont envoyées par l'aspiration, les sons et pellicules légères étant envoyés dans une chambre à ce destinée. Avec l'aide de ces augets, on peut employer un élévateur, l'air étant comprimé dans sa course à travers les espaces libres et répandu au-dessus d'eux, permettant ainsi aux particules lourdes de tomber dans les augets, qui sont nettoyés automatiquement au moyen de brosses spéciales mobiles, distribuant la matière, à l'extrémité de la machine, dans une vis sans fin qui la conduit où besoin est. Les augets ont donc pour but d'empêcher que les matières lourdes viennent tomber sur le tamis, ce qui, on le sait, nuit au bon travail du passage.

L'appareil est muni d'un *tamis alimentateur vibrant*, lequel assure la distribution uniforme de la marchandise sur toute la surface de la soie.

palettes en bois fixées sur des maillons à attaches. Par ce système, la boîte où coulisent les palettes se trouve toujours parfaitement vidée, de sorte qu'on peut transporter tour à tour différentes matières, sans qu'il soit nécessaire de nettoyer chaque fois la boîte.

Le *transporteur à toile sans fin* se compose d'un châssis en bois et d'une toile en coton, fonctionnant sur poulies, tambours et rouleaux en tôle d'acier. Cette toile est caoutchoutée lorsqu'elle sert au transport de matières pouvant avoir sur elle une action nuisible.

SCHIELD-TREHERNE,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

INFORMATIONS

La conservation des Palais du Champ de Mars.

Dans sa séance du 27 mars, le Conseil municipal de Paris a voté le projet de résolution relatif à la conservation des Palais du Champ de Mars, dont nous avons donné une analyse détaillée dans le dernier numéro du *Génie Civil* (1).

Les ponts tubulaires.

Un pont mobilisable tubulaire, en acier, a été monté ces jours derniers au polygone du Génie à Versailles. Ce pont, dû au lieutenant-colonel Henry, dont on avait déjà expérimenté, il y a trois mois, d'autres ponts de 6 à 33 mètres, à 50 mètres de portée.

Le montage a parfaitement réussi; il a été exécuté avec une grande rapidité par 55 sapeurs du régiment des chemins de fer. Il a fallu trente-trois heures pour l'opération, tandis que jusqu'ici, pour un pont brisé de 45 à 50 mètres de portée, elle nécessitait de dix à quatorze jours.

On se souvient que, grâce à ce système de ponts, en juillet dernier, le Génie a pu franchir en trois jours, le Var, large de 360 mètres.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 22, p. 447.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'industrie nationale

Séance du 10 janvier 1890.

Locomobiles militaires à lumière. — M. LEMONNIER fait à la Société une communication sur les locomobiles militaires à lumière, qui se composent essentiellement d'une chaudière, d'un moteur à vapeur et d'une dynamo, celle-ci la plupart du temps commandée directement par le moteur.

Après avoir insisté sur les services auxquels sont appropriées ces machines, M. Lemonnier résume ainsi les conditions reconnues désirables pour ces appareils, avec une puissance de 6 à 10 chevaux :

Assez de légèreté pour être traînées par six chevaux dans tous les terrains ;

Consommation modérée de charbon ; assez de rusticité pour pouvoir être confiées à un personnel de mécaniciens peu expérimentés.

Le poids des locomobiles employées presque exclusivement jusqu'à ce jour est de 3200 kilogr., avec une consommation d'environ 1000 kilogr. de charbon par nuit de service.

La substitution de la chaudière de Dion, Bouton et Trépardoux et du turbo-moteur Parsons a réduit le poids à 2000 kilogr., et la consommation de charbon n'est plus que de 500 kilogr. environ par unité.

Chaudière de Dion, Bouton et Trépardoux. — M. LEMONNIER décrit ensuite la chaudière de Dion, Bouton et Trépardoux, laquelle, verticale à faisceau tubulaire rayonnant et à circulation d'eau, est caractérisée par un très grand développement de son faisceau tubulaire. La chaudière de 6 mètres cubes, employée dans les locomobiles militaires, pèse 650 kilogr. et peut vaporiser 260 kilogr. d'eau à tirage ordinaire et 440 kilogr. à tirage forcé. M. Lemonnier présente un tableau d'essais comparatifs faits concurremment avec cette chaudière et une chaudière Field. Tout l'avantage est à la première. Elle est alimentée d'une façon continue par un cheval alimentaire ; c'est un surcroît de poids d'environ 50 kilogr., justifié d'ailleurs par les facilités de conduite qui en résultent. De plus, cette chaudière est démontable ; en dé faisant trois joints, on rend toutes les parties visibles et accessibles à la main, ce qui permet de la conserver en magasin à l'abri des ravages de la rouille.

Turbo-moteur Parsons. — Enfin M. LEMONNIER décrit le turbo-moteur Parsons. Ainsi que son nom l'indique, cette machine est une sorte de turbine, ou plutôt une série de turbines, sur lesquelles agit la vapeur. Le modèle employé dans les locomobiles militaires tourne à 8500 tours par minute, sans excès de consommation de vapeur ; il pèse 304 kilogr. M. Lemonnier passe en revue les dispositions spéciales adoptées pour le graissage de ce genre de machines, pour la régulation de leur mouvement et, en un mot, tout ce qui les différencie des moteurs à vapeur ordinaires.

Séance du 24 janvier 1890.

Calendrier perpétuel. — M. COLLIGNON présente à la Société un calendrier perpétuel, disposé pour donner à vue, sans calcul, le nom du jour de la semaine pour une date quelconque du style grégorien. Il expose sommairement les principes sur lesquels est fondée la construction de ce calendrier, et montre par quelques exemples l'usage qu'on en peut faire pour résoudre certains problèmes.

Pile électrique. — M. BARON fait une communication sur de nouveaux éléments électriques qui sont basés sur de nouvelles combinaisons chimiques. Les oxydes de plomb, le charbon et le zinc en dissolution, et, dans certains cas, l'alun d'ammoniaque et l'acide tartrique fournissent à cette pile une grande puissance et une longue durée. Dans ces éléments, le pôle charbon travaille, comme il est facile de le constater, par les nombreux globules qui se renouvellent continuellement autour du charbon, tandis que dans les autres piles le charbon ne sert que de conducteur.

Au point de vue de la lumière, l'auteur garantit avec de petits éléments d'un litre et demi de capacité de liquide excitateur, au moins deux mois de lumière à raison de 5 à 6 heures par jour, n'ayant qu'à changer l'eau salée des vases poreux, tous les dix ou douze jours.

La préparation du liquide est simple et peu coûteuse, ainsi que le prouve la formule donnée par l'inventeur.

Conservation des viandes. — MM. ROUART frères font à la Société une communication sur la production de l'air froid et sur divers modes de conservation par le froid de denrées alimentaires et plus particulièrement de la viande. Ils décrivent à ce sujet les appareils qu'ils ont imaginés à l'effet de produire l'air froid sec, et dont le *Génie Civil* a rendu compte (1).

Séance du 14 février 1890.

Système d'embrayage. — M. BRULL présente la description d'un système d'embrayage imaginé par M. A. Brancher.

Cet appareil est destiné à accoupler à volonté deux arbres placés bout à bout.

L'arbre à entraîner se termine par un plateau calé dans lequel est implanté un maneton.

A l'extrémité de l'arbre moteur est fixé un galet.

Tout contre ce galet et fou sur le même arbre se trouve un plateau portant une couronne saillante qui entoure à quelque distance le galet moteur. Un manchon d'embrayage, qui tourne avec l'arbre moteur, mais peut glisser suivant sa longueur, s'approche ou s'éloigne du plateau. Le contact a lieu suivant une surface conique, et le manchon se manœuvre à l'aide d'un appareil à vis agissant par un levier à fourche sur une gorge annulaire creusée dans le manchon.

Une lame d'acier flexible de combinaison spéciale s'attache par un bout au maneton et par l'autre à l'intérieur de la couronne qui entoure le galet.

Cette lame fait deux tours et demi autour du galet, de sorte qu'il suffit d'une très légère traction à l'extrémité fixée à la couronne pour obtenir une force d'entraînement considérable sur le maneton. Le rapport de ces deux forces varie, comme on le sait, par rapport à l'arc embrassé, suivant une fonction exponentielle.

On voit donc qu'il suffira d'exercer sur le manchon conique une très légère pression pour faire tourner le plateau à couronne et exercer sur la lame enroulée l'effort qui convient pour entraîner le maneton.

Un appareil de ce genre servait, à l'Exposition de 1889, à embrayer une dynamo qui faisait 1400 tours par minute. Ce système paraît présenter toute la sécurité désirable pour embrayer en marche sur les moteurs à grande vitesse les récepteurs les plus résistants.

Moulins à cylindres. — MM. BRAULT, TEISSET et GILLET font une communication sur la transformation des moulins à farine par les cylindres. Ils résument d'abord l'histoire de cette transformation, donnent la description des appareils qu'ils construisent pour satisfaire à cette nouvelle méthode de travail, et enfin passent à la comparaison entre les deux systèmes de mouture : mouture à meules et mouture à cylindres.

Tuyaux de conduite en verre. — M. APPERT fait une communication sur la fabrication des tuyaux de conduite en verre. Cette matière, en effet, quand elle est bien préparée, est inattaquable à l'eau et à tous les acides, sauf l'acide fluorhydrique ; elle est imperméable aux gaz, mauvaise conductrice de l'électricité ; de plus, le poli et l'absence de porosité de sa surface permettent un nettoyage facile et complet des impuretés ou germes morbides qui ont pu la souiller.

Mais jusqu'ici les procédés mis en œuvre n'ont pas permis d'entreprendre la fabrication des tuyaux d'une façon suffisamment économique, et c'est la méthode employée dans ses verreries que M. Appert décrit à la Société. Grâce aux progrès qu'elle réalise, M. Appert croit que le verre est appelé à rendre de notables services pour les conduites, et pourra ainsi prendre une place importante auprès des conduites en grès vernissé.

G. P.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 14 février 1890.

Présidence de M. GAUTIER.

M. SALET a reconnu que la coloration bleue obtenue en projetant du sel marin dans un foyer incandescent de coke ou de houille était due à de petites quantités de cuivre contenues dans le combustible. Il a démontré la présence de ce métal dans les cendres en le précipitant sur une aiguille d'acier qu'il plaçait ensuite dans la flamme extérieure d'un bec Bunsen, en présence d'un peu d'acide chlorhydrique.

M. MOISSAN présente, au nom de M. MESLANS, les premiers résultats de ses recherches sur le fluoroforme. A la suite de ses études sur les fluorures de propyle et d'isopropyle, M. Meslans a appliqué la même méthode de préparation en faisant agir le fluorure d'argent sur l'iodoforme. On obtient, dans ces conditions, différents composés, les uns liquides, les autres gazeux, dont le terme ultime est le fluoroforme. Ce dernier corps est gazeux. On a caractérisé le carbone et le fluor dans ce composé ; traité par la potasse aqueuse ou par la potasse alcoolique, il a donné un formiate et un fluorure. Porté au rouge dans un tube de verre, il fournit du fluorure de silicium et du charbon. Le gaz est soluble dans le chloroforme et dans l'alcool, et n'est absorbé par l'eau qu'en très petite quantité. En remplaçant l'iodoforme par le bromoforme et le chloroforme dans la préparation, on obtient le même produit final.

M. MOISSAN présente un autre travail de MM. GUEZ et MESLANS. Le fluorure d'argent chauffé avec du chloral anhydre fournit un gaz très peu soluble dans l'eau, décomposable par la potasse aqueuse et par la potasse alcoolique en donnant de l'acide formique et un fluorure. La densité de ce gaz est voisine de la densité théorique du fluorure anhydre.

M. C. CHABRIÉ a obtenu, en chauffant en tube scellé le fluorure d'argent avec le chloroforme, un gaz qui donne du formiate de potassium avec la potasse, et qui se dissout très lentement à froid dans la potasse alcoolique. Il a pris sa densité, qui est 2,414 ; la densité théorique du fluorure est 2,43. M. Chabrié a donc obtenu et caractérisé ce corps.

M. A. COMBES présente une note de M. IVAN OSSIPOFF sur la préparation de l' α - β -diacétopropionate d'éthyle ; il a déterminé la chaleur de combustion de cet éther au moyen de la bombe calorimétrique.

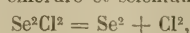
Il présente également une note de MM. DELACRE sur l'action des acétones sur les composés organoziniques. En faisant réagir le zinc éthylique sur la benzophénone, il a obtenu du benzhydrol ; avec le zinc méthyle, de la benzopinacène.

M. BIGOT, en faisant réagir le sodium sur la monochlorhydrine de la glycérine, a obtenu du glycidate. Il a fait agir sur ce composé le chlorure d'acétyle qui s'y combine en donnant deux chloroacétates isomères dont l'un bout à 215° et l'autre à 230°.

M. BÉRAL a étudié les produits d'oxydation de la diéthylbenzine obtenue au moyen du bromure d'éthyle sur la benzine en présence de chlorure d'aluminium. Le produit principal de la réaction est l'acide m.-phthalique, qu'il a caractérisé par son éther méthylique. Il s'ensuit que la diéthylbenzine est un composé méta.

M. LEBEL communique les premiers résultats de la vérification qu'il a entreprise d'un travail de M. Ladenburg sur les différences qui existent entre les sels de triéthylbenzylammonium et ceux de benzyletriéthylammonium. La dissociation de l'iodure du premier en solution concentrée a été reconnue exacte, tandis que l'iodure correspondant au second ne fournit pas de réaction comparable. Quant aux chloroplatinates, ils semblent différents, contrairement à ce qu'avait annoncé M. Ladenburg. Mais ces observations, faites au microscope, ne peuvent être données que sous réserves jusqu'au moment où elles auront été contrôlées par la balance et le gonimètre, ce que l'auteur espère pouvoir faire prochainement.

M. HANNOT donne communication d'une note de M. RAMSAY sur les densités de vapeur des chlorures de sélénium, motivée par les travaux récents de M. Chabrié. M. Ramsay a publié avec M. Evans, il y a six ans, dans les *Transactions of the Chem. Society*, tome 45, page 63, une étude où ils ont déterminé les densités de vapeur du tétrachlorure CCl_4 à des températures comprises entre 180 et 350°. Jusqu'à 200° la densité de vapeur est normale, et la dissociation n'est pas encore complète à 350°. Les auteurs ne croient pas à la stabilité du chlorure de SeCl_2 , dont le point d'ébullition n'est pas constant ; sa densité paraît être normale, mais à cause de la dissociation en chlorure et sélénium



dans laquelle le volume occupé par la vapeur reste le même.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 22, p. 443.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Pont de Torrington sur le New-York, New-Haven et Hartford Railway sur la rivière Naugatuck (États-Unis), p. 465. — Physique industrielle : Distribution de chaleur et de force motrice par circulation d'eau chaude (*planche XL*), p. 466 ; G. RICHOU. — Chimie industrielle : Les poudres sans fumée, p. 467 ; P.-F. CHALON. — Hygiène : Les microbes des eaux, p. 468 ; HENRI MAMY. — Variétés : Une nouvelle industrie française. La culture artificielle du raisin de luxe dans le Nord, p. 470 ; ALFRED RENOARD. — Revue des organes techniques allemands, p. 472 ; G. BRESSON. — Études économiques : Les étrangers en France et les lois restrictives de l'immigration étrangère, p. 473 ; DANIEL

BELLET. — Congrès : Congrès international de l'utilisation des eaux fluviales, p. 476 ; R. GENTILINI. — Congrès international des chemins de fer (3^e session : Paris, 14-23 septembre 1889, p. 477). — Nécrologie : David Bandéri, p. 479 ; M. COSSMANN. — Informations : Le chemin de fer funiculaire de Montmartre, p. 479. — Expériences stratégiques de voies ferrées, p. 479.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séance du 7 mars 1890, p. 480. — Société internationale des Electriciens, p. 480. — Société chimique de Paris, séance du 28 février 1890, p. 480.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 480.

Planche XL : Distribution de chaleur et de force motrice par l'eau surchauffée.

TRAVAUX PUBLICS

PONT DE TORRINGTON

sur le New-York, New-Haven et Hartford Railway,
sur la rivière Naugatuck (États-Unis).

Le New-York, New-Haven et Hartford Railway vient de faire construire à Torrington (Connecticut) un pont dont nous empruntons la

tête Howe, à tablier supérieur. Les culées présentent une masse considérable de maçonnerie qui a coûté fort cher à établir, et on a considéré comme la solution la plus économique de disposer le nouvel ouvrage pour s'adapter sur elles. Or la hauteur des gradins pratiqués dans les culées pour recevoir les poutres était trop faible pour se prêter à la construction d'un pont à voie en dessus à grand trafic, et l'état des maçonneries dans la partie haute n'était pas jugé assez satisfaisant pour porter un tablier à voie en dessous. C'est ce qui explique la disposition adoptée pour le nouveau pont.

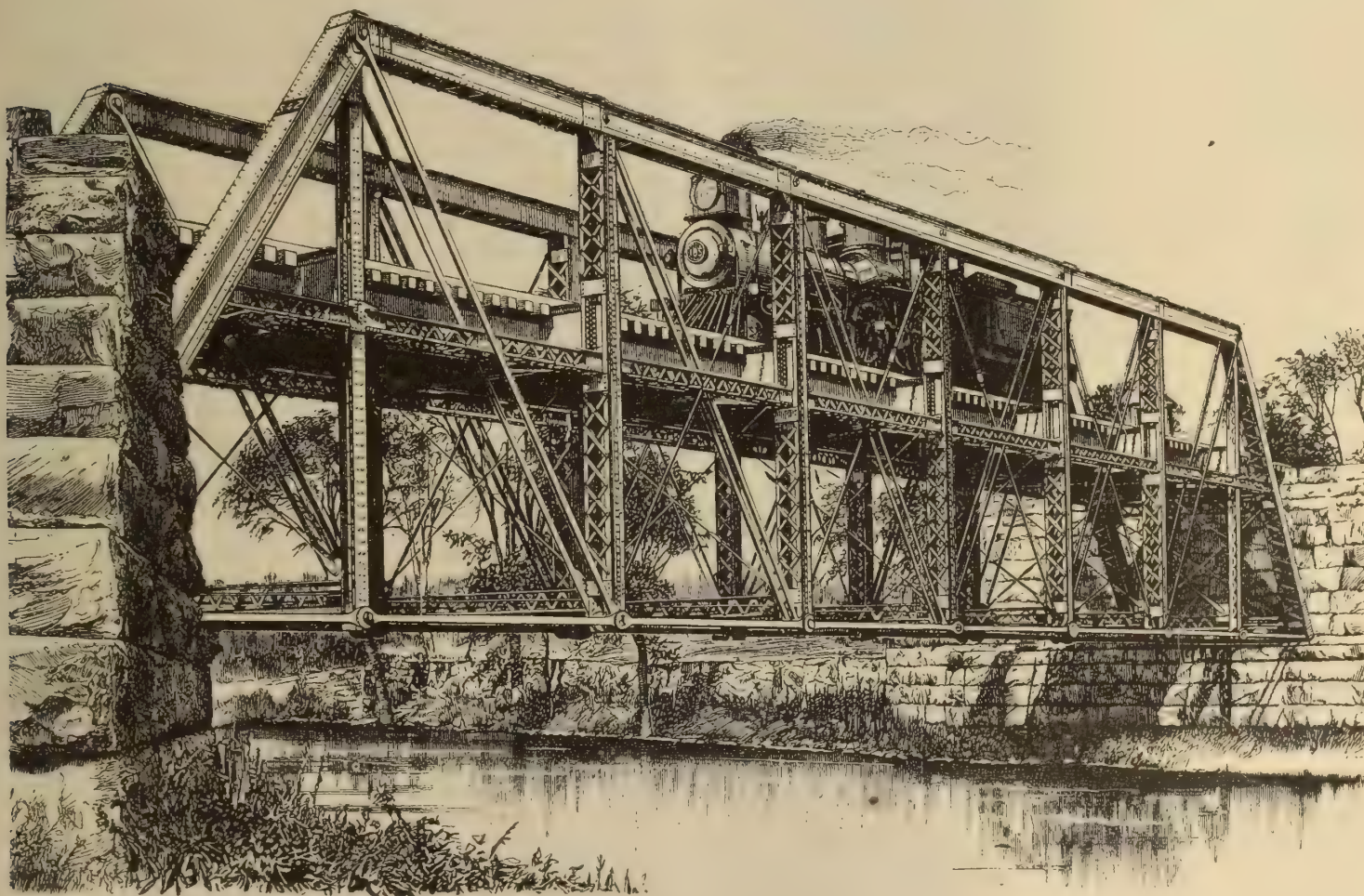


FIG. 1. — Pont de Torrington, sur la rivière Naugatuck (États-Unis).

description sommaire à la *Railroad Gazette*. Cet ouvrage, destiné à franchir la rivière Naugatuck, est du système articulé, généralement adopté sur les lignes américaines ; mais il présente cette particularité que le tablier métallique est placé un peu au-dessus de la moitié de la hauteur des poutres maîtresses. Cette disposition était commandée par la nécessité économique d'utiliser sans modifications des culées déjà existantes.

Le pont actuel remplace en effet un ancien ouvrage en bois du sys-

La travée a 45 mètres d'ouverture libre et est divisée en 8 panneaux. La hauteur des poutres maîtresses est de 7^m 20 ; la voie est établie à 5^m 40 au-dessus de la membrure inférieure. Le tablier sert ainsi de contreventement entre les poutres maîtresses.

Le pont est à voie unique et a été calculé pour porter en service une des plus lourdes machines du New-York, New-Haven et Hartford Railway, qui pèsent 87 tonnes tender compris.

G. R.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

DISTRIBUTION DE CHALEUR ET DE FORCE MOTRICE
par circulation d'eau chaude.

(Planche XL.)

Nous avons précédemment décrit dans le *Génie Civil* (1) la distribution de vapeur qui se fait à New-York par une station centrale, et qui donne chez les consommateurs, la chaleur et la force motrice. Un autre système de distribution fonctionne à Boston, par circulation d'eau surchauffée. M. A.-V. Abbot, Ingénieur en chef de cette entreprise, en a fait connaître les principales conditions dans une communication présentée à la Société des Ingénieurs civils de Boston. Nous empruntons à son mémoire la description résumée qui va suivre.

Le circuit de production et de retour ainsi que l'ensemble des appareils de distribution proprement dits, sont représentés dans la figure 1. L'usine centrale, dont la figure 2 donne les dispositions générales, contient un certain nombre de chaudières A, d'où partent des tuyaux C aboutissant à des pompes B. Chaque pompe B puise dans la chaudière correspondante, et refoule l'eau surchauffée dans le tuyau C', qui forme la conduite générale, et revient à la chaudière en C''. Au-dessous est établie une seconde conduite D, qui sert au retour de l'eau usée, et aboutit à un réservoir D, d'où une pompe D' la puise pour l'alimentation de la chaudière A. On dispose autant que possible la conduite de retour de manière que sa pente amène naturellement les eaux à la station centrale. D'ailleurs, l'évacuation aux différents étages crée une chute qui favorise l'écoulement dans ce sens.

La conduite C a un diamètre de 100 millimètres, afin de réduire dans la mesure du possible les pertes par rayonnement, qui augmenteraient le coût d'exploitation dans une proportion bien plus forte que ne le fait l'accroissement dans les frottements dû à ce faible diamètre. Pour la conduite de retour D, qui n'est pas exposée au même inconvénient, on a adopté le diamètre de 200 millimètres.

Les conduites sont placées dans des tranchées de 0^m75 à 0^m90 de largeur et de 0^m75 à 2^m40 de profondeur, suivant les pentes qu'elles doivent épouser. Le fond est revêtu d'une couche de 0^m20 de béton de ciment, à 1 de ciment pour 2 de sable et 2 de pierre cassée. Un petit massif de maçonnerie de briques, établi tous les 3^m50, sert de base aux supports en fonte représentés dans les figures 3, 4, et 5. Chacun d'eux est ancré dans la maçonnerie par huit boulons et se compose de deux parties, l'une supérieure destinée à la conduite d'eau surchauffée, l'autre inférieure pour celle de retour. Les deux conduites reposent sur des galets qui n'entravent aucunement leur mouvement dans le sens longitudinal, sous l'action des changements de température, tandis que les formes arrondies des supports les maintiennent dans le sens transversal. L'ensemble est établi dans un caniveau double en maçonnerie de briques (fig. 4 et 5), laissant entre les deux parois un matelas d'air de 0^m05 d'épaisseur, qui s'oppose aux déperditions de chaleur.

La conduite C est en outre revêtue d'une couche d'amiante de 37^{mm}5 d'épaisseur. L'amiante employée à cet effet est d'abord cardée, puis enroulée autour d'un mandrin cylindrique. Lorsque la matière est bien sèche, on coupe le rouleau formé en faisant courir une lame de scie parallèlement aux génératrices du mandrin, puis on l'enlève et on la pose sur les conduites. Elle est ensuite recouverte d'une toile d'amiante rendue imperméable par une addition de plâtre, et maintenue en place par une toile métallique. La conduite C, en dehors des supports, se trouve à une distance de 0^m10 de la première voûte en briques.

Les joints ordinaires, qui se font tous les 6 mètres, sont constitués par un manchon A, embrassant les extrémités filetées B et C des tuyaux. Le manchon est d'une assez grande longueur, et ses extrémités sont alésées avec soin au diamètre des tuyaux; de plus, le filetage est opéré suivant un profil conique entre les points b'b' et c'c' sur chaque tuyau respectivement. Il n'y a que le fond des filets qui présente ce profil; leur face supérieure est taillée sur la surface même du cylindre. Cette disposition a pour objet d'obvier à la diminution de résistance qui résulte du filetage. Ces joints résistent, sans présenter la moindre fuite, à des pressions de 100 atmosphères. Ils servent également à poser les branchements, et portent à cet effet des renflements sur leur face transversale (non représentés dans la figure 6).

Les joints de dilatation (fig. 7) se composent d'une forte pièce de fonte présentant deux boîtes longitudinales où viennent aboutir les extrémités des conduites C et D. Elles sont vissées sur l'une de ces boîtes E' comme dans un manchon de joint ordinaire. L'autre boîte, d'un diamètre plus fort que la première, reçoit deux manchons en bronze phosphoreux K. Ceux-ci forment la partie mobile du joint, et après y avoir été introduits, ils y sont entourés d'une garniture c' en fibres d'amiante imprégnées de minium. Le chapeau L est

serré à fond comme dans les presse-étoupes ordinaires. La conduite vient se visser sur le bout extérieur C du manchon en bronze phosphoreux, dont le déplacement lui permet de se prêter à toutes les variations de température, et est parfaitement guidé par le presse-étoupes ainsi que par une bague correspondante e placée à l'intérieur du joint, et un renflement e'' qui forme le fond du presse-étoupes. Le déplacement possible pour la conduite d'eau surchauffée est de 0^m30, et pour l'autre de 0^m20. Ces joints étant placés tous les 30 ou tous les 45 mètres, et la dilatation maximum à laquelle ils doivent pouvoir ne dépassant pas 0^m10 à 0^m15, on voit que la marge laissée pour l'imprévu est amplement suffisante.

Chaque joint est fortement boulonné sur la maçonnerie de fondation, de manière à former un ancrage pour celle des extrémités du tuyau qui lui est vissée, et par suite la dilatation ne peut s'opérer que dans un seul sens.

L'essai d'un joint de ce genre a été fait sous une pression de 32 atmosphères : on avait fixé à l'extrémité mobile un levier qui permettait de faire mouvoir le manchon en bronze dans les deux sens, de manière à reproduire artificiellement les dilatations et les contractions successives auxquelles il devait se trouver exposé dans la pratique. A la fin de cet essai, le joint n'a pas donné trace de fuite.

Tous les joints de dilatation sont surmontés d'un trou d'homme, pour qu'on puisse aisément les réparer. Dans le même but, ils portent latéralement sur leur partie fixe, un robinet suivi d'un tuyau de décharge, pourvu lui-même d'un autre robinet. Quand il deviendra nécessaire de refaire les garnitures, on fermera les robinets de deux joints consécutifs et on fera écouler l'eau contenue dans la section par le tuyau de décharge qui aboutit à un caniveau général, puis on lancera, dans la section ainsi coupée, un courant d'air pour refroidir le joint et permettre aux ouvriers de le réparer.

Pour empêcher la conduite de se vider entièrement en cas de rupture sur un point quelconque, tous les joints de dilatation sont munis d'une soupape d'arrêt à fonctionnement automatique, du type indiqué dans la figure 8. Elle se compose d'une cavité sphérique sur laquelle vient se visser le bout chanfreiné de la conduite C. Le boulet repose sur des nervures intérieures de la chambre et y demeure tant que l'écoulement de l'eau se produit dans les conditions normales. S'il arrive une rupture, la pression de l'eau pousse le boulet sur son siège et l'y maintient. En en faisant varier le poids, on peut être assuré du fonctionnement aux diverses vitesses d'écoulement compatibles avec les besoins de l'exploitation. Les soupapes étant distantes les unes des autres de 30 à 45 mètres, comme les joints de dilatation, on voit qu'en cas de rupture, les fuites seraient réduites à un volume insignifiant, 5 à 600 litres environ. Les caniveaux présentent un volume assez grand pour qu'une décharge de pareille quantité d'eau et la vapeur à laquelle elle donnerait naissance ne causent pas de sérieux dommages.

La conduite principale est du type extra-fort, dont la rupture se produit sous un effort de 850 kilogr. par centimètre carré. Tous les tuyaux mis en service sont essayés à 280 kilogr.; puis, quand toute la conduite est posée, chacune des sections, c'est-à-dire l'espace compris entre deux joints de dilatation, est essayée à une pression de 105 kilogr. Le même essai a été fait en dernier lieu sur l'ensemble des sections depuis le départ de la chaudière jusqu'au retour. En service, l'eau est chauffée à 205°, température qui correspond à une pression absolue de 17,5 kilogr. par centimètre carré. La vitesse de circulation dans la conduite principale doit varier de 1^m50 à 3 mètres, suivant les besoins de la consommation.

Nous arrivons maintenant aux appareils de distribution proprement dits, indiqués sommairement dans la figure 1 et d'une manière plus détaillée dans les figures 9 et 10.

Les tuyaux de distribution c' (fig. 1 et 9) sont branchés, comme nous l'avons dit, sur les divers joints de la conduite principale. Ces tuyaux sont en cuivre rouge. Leur diamètre, pour les habitations privées, est de 6 millimètres, et de 9 millimètres à 12^{mm}5 pour les bâtiments industriels. Lorsqu'ils doivent alimenter une machine de plus de 25 chevaux, leur diamètre est porté à 15 ou à 18 millimètres. Ils sont essayés sous une pression de 42 atmosphères. Ces petits tubes, grâce à leur faible diamètre et à l'élasticité du métal, se prêtent aisément à prendre toutes les courbures nécessaires, et réduisent au minimum possible le nombre des joints.

Le tuyau de prise c' aboutit dans une boîte de service N en yellow-pine créosoté, disposée de manière à pouvoir desservir trois immeubles accolés. A cet effet, il se termine par un T, sur lequel sont posés trois robinets à garniture d'amiante, commandant chacun un tuyau secondaire o. Le tuyau c' en surmonte un autre d' pour le retour de l'eau froide dans la conduite générale D. Ce second tuyau d' passe aussi par la boîte de service N, et, grâce à une disposition analogue à la précédente, il peut recevoir les eaux usées des trois immeubles desservis; elles lui sont amenées par les tuyaux P.

Pour le chauffage dans les maisons, on emploie deux procédés : ou bien on substitue aux calorifères en usage un radiateur, sorte de serpent à tubes verticaux, autour desquels vient se réchauffer l'air qu'on introduit dans les diverses pièces par des bouches de chaleur;

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XI, n° 25, p. 347, et tome XII, n° 44, page 463.

DISTRIBUTION DE CHALEUR ET DE FORCE MOTRICE A DOMICILE

Légende :

- A Chaudière
 B Pompe de circulation d'eau surchauffée.
 C Communication entre la chaudière et la pompe
 C' Conduite générale d'eau surchauffée
 D Conduite de retour d'eau refroidie
 D' Réservoir d'eau
 D'' Pompe de retour d'eau refroidie.
 E Joint de dilatation
 F Supports de la Conduite
 G Joint de dilatation à soupape d'arrêt automatique sur conduite secondaire
- H Robinet de décharge.
 c, d. Eléments de la Conduite secondaire.
 c', d'. Eléments d'un branchement.
 N Boîte de service
 O Tuyaux de distribution
 P Tuyaux de retour.
 P' Récipient pour le retour d'eau usée
 P'' Convertisseur.
 R Radiateur.

par l'Eau surchauffée.

Fig. 1. Dispositions générales de la distribution d'eau surchauffée de Boston.

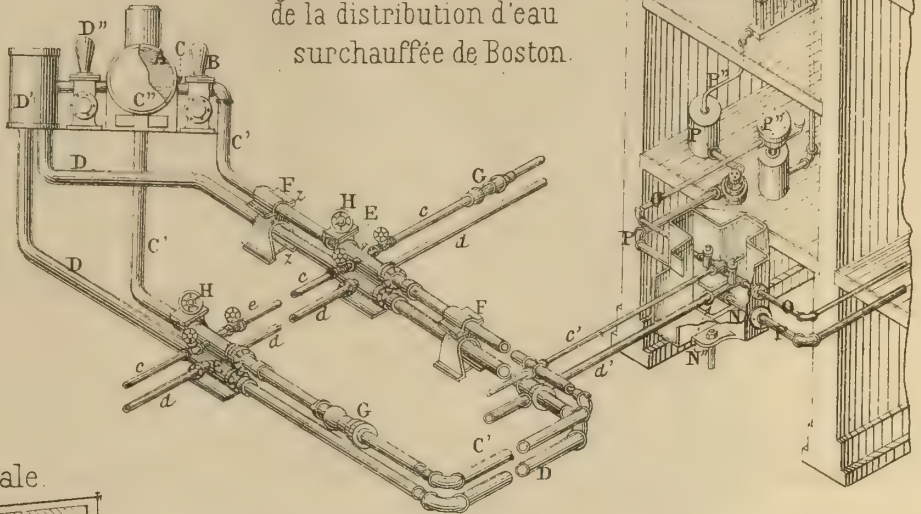


Fig. 2. Plan de l'Usine Centrale.

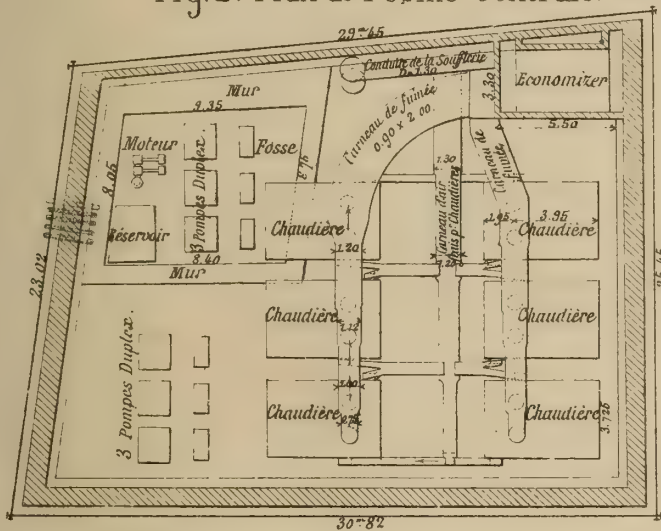


Fig. 4. Coupe longitudinale d'un caniveau.

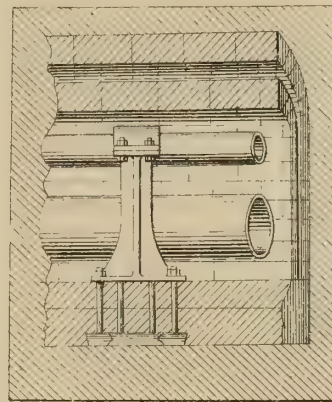


Fig. 5. Coupe transversale d'un caniveau.

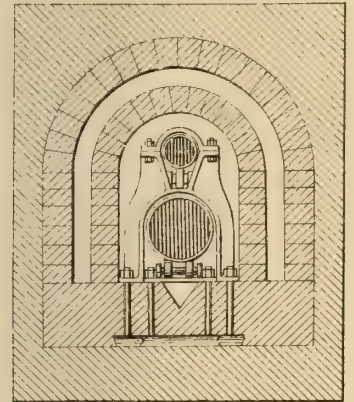


Fig. 3. Support.

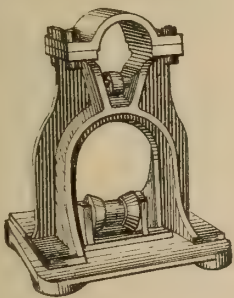


Fig. 6. Joint ordinaire

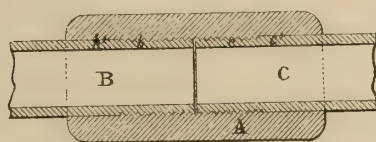


Fig. 7. Coupe longitudinale d'un joint de dilatation

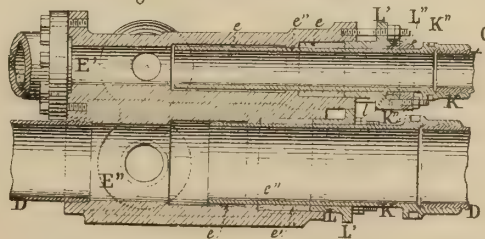


Fig. 8. Soupape d'arrêt automatique.



Fig. 9. Intérieur de la boîte de service à l'entrée d'une maison.

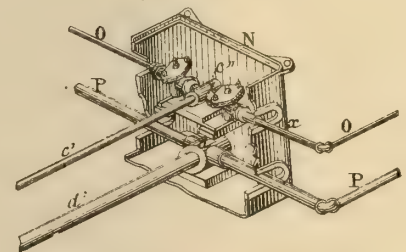
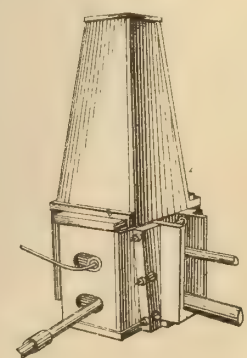
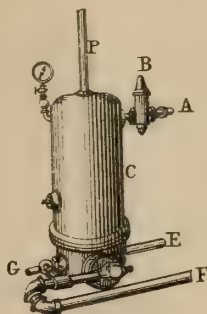
Fig. 9^{bis}. Boîte de service Élévation

Fig 10. Convertisseur.



ou, si l'édifice a déjà été approprié pour un chauffage par distribution de vapeur, on emploie un appareil spécial, appelé *convertisseur* (fig. 10). C'est un récipient en tôle analogue aux dômes de chaudières. Le tuyau de distribution A venant de la conduite principale, y pénètre par un détendeur B qui absorbe une partie de la pression à laquelle est soumise l'eau surchauffée; celle-ci s'écoulant dans un grand volume, se réduit en vapeur qu'un tuyau supérieur P conduit dans le réseau de distribution. Un manomètre permet de constater la pression du fluide dans le récipient et de régler le détendeur B en conséquence. A la partie inférieure du convertisseur sont branchés deux tuyaux E et F, le premier amenant à l'appareil les eaux de condensation des radiateurs, le second, l'eau usée à la conduite générale de retour. Ce dernier est commandé par un flotteur qui détermine l'écoulement de l'eau usée lorsque sa proportion devient trop forte. Une soupape de sûreté G expulse l'eau par le tuyau de retour F, si l'action du détendeur est insuffisante.

Lorsque le convertisseur doit alimenter un moteur, il présente les mêmes dispositions générales, en augmentant toutefois son volume de manière qu'il puisse suffire à l'alimentation prévue. M. Abbot estime que, pour avoir toute sécurité à cet égard, le convertisseur doit avoir au moins dix fois le volume du ou des cylindres.

Si, comme le cas se présente fréquemment, le convertisseur doit à la fois servir au chauffage et alimenter un moteur, on emploie deux détendeurs disposés de la manière suivante : l'eau surchauffée arrive dans un premier convertisseur où elle se réduit partiellement en vapeur destinée à l'alimentation; de là elle s'écoule par l'action du flotteur dans un tuyau muni du second détendeur, qui l'amène dans un autre convertisseur où elle donne le reste de vapeur dont elle est susceptible et qui est directement employée au chauffage. On peut ainsi utiliser une plus grande quantité de chaleur en renvoyant l'eau plus froide à la station centrale.

M. Abbot n'indique pas la méthode employée pour l'estimation de la fourniture de chaleur. Il est peu probable que le comptage soit opéré d'une manière directe, c'est-à-dire en mesurant la quantité d'eau fournie à chaque consommateur et en la multipliant par la chute de chaleur. Un tel système semble impraticable si l'on considère la très faible quantité d'eau surchauffée qui passe dans les tuyaux de distribution, sa haute température et la difficulté d'évaluer pratiquement et sans conteste le second élément du calcul. On a sans doute procédé par approximation et à forfait, quitte à modifier ultérieurement les tarifs.

La station centrale de Boston et sa conduite principale ont été terminées et prêtes à fonctionner au milieu du mois de décembre 1888. La conduite, après avoir subi les essais dont nous avons parlé, a été tout d'abord soumise à une circulation d'eau ordinaire envoyée par la pompe pendant deux jours pour la débarrasser des graisses, des débris et impuretés de toute nature. Puis on l'a mise en communication avec une batterie de chaudières de 200 chevaux, sous lesquelles on avait allumé un léger feu de bois pour chauffer graduellement l'eau qu'elles contenaient. On maintenait en même temps la circulation dans l'ensemble de la conduite, pour y envoyer l'eau des chaudières à mesure qu'elle s'échauffait, de manière à porter peu à peu tout le réseau à la température voulue.

Cette opération a duré dix jours pour chauffer le réseau à 190 degrés environ. Pendant ce temps on a également procédé à l'examen répété de tous les joints et notamment de ceux de dilatation. Les résultats ont, paraît-il, été excellents, et il ne s'est produit aucune fuite. On a alors envoyé dans la conduite une dissolution de potasse pour enlever les matières grasses et le minium, de manière à n'avoir que de l'eau propre dans les conduites. Ce nettoyage a duré trois jours, après quoi on a remplacé la dissolution de potasse par de l'eau propre surchauffée. Celle-ci a de même été remplacée jusqu'à ce que l'eau nouvelle introduite n'ait plus donné trace de potasse ou de matières grasses.

On a pu alors envoyer l'eau surchauffée dans les branchements. Dès le début (février 1888), la Compagnie a eu à desservir vingt-cinq grands corps de bâtiments et un certain nombre de moteurs. Nous ignorons quelle est actuellement l'importance de son exploitation.

D'après le mémoire que nous venons d'analyser, le service fonctionnerait dans des conditions très satisfaisantes. Des expériences sur les pertes par rayonnement ont montré que la vapeur fournie est très sèche. L'auteur indique, en effet, qu'une machine motrice reçoit sa vapeur à l'aide d'une conduite distante de 18 mètres du convertisseur sans qu'on ait eu aucun coup d'eau dans les cylindres.

Le prix de premier établissement doit être fort élevé, en raison du nombre considérable de « sections » nécessitées par les conditions de sécurité que la Compagnie s'est imposées; mais le mémoire de M. Abbot ne contient aucun chiffre qui permette de s'en rendre compte. Il y aurait également intérêt à connaître les tarifs de fourniture de la chaleur sous ses différents modes d'application, soit pour le chauffage, soit pour la force motrice. L'époque peu avancée de l'exploitation à laquelle se rapporte le mémoire en question n'a pas, sans doute, permis de donner ces renseignements à titre définitif.

G. RICHOU,

Ingenieur des Arts et manufactures.

CHIMIE INDUSTRIELLE

LES POUDRES SANS FUMÉE

I. Généralités. — Lorsque l'on fait détoner une poudre dans une arme quelconque, une portion seulement des effets explosifs sont utilisés, ceux qui ont pour résultat de chasser le projectile. Quant à l'autre partie, non seulement elle ne contribue pas à l'objet recherché, mais encore elle est nuisible, car elle correspond à des pressions, parfois très considérables, exercées sur les parois de l'arme.

Pour bien utiliser une poudre, il faudrait donc, d'une part, augmenter son effet utile, celui qui imprime au projectile sa vitesse initiale; et, d'autre part, diminuer son effet nuisible, lequel est représenté par la somme des pressions exercées sur l'arme elle-même.

En outre, il y a lieu de considérer qu'une poudre peut agir de deux façons différentes: soit en chassant brusquement le projectile, et la poudre est dite *vive*; soit en le poussant par une série d'efforts qui se superposent et qui finissent par déterminer le mouvement, ce qui est le cas d'une poudre *lente*.

Or, si une poudre est trop vive, son explosion peut provoquer la rupture des armes; si, au contraire, elle est trop lente, sa combustion complète s'effectuera avant que le projectile ait eu le temps de sortir de l'arme, et, par suite, avant que celui-ci soit en état d'utiliser sa vitesse maximum.

Les recherches faites depuis 30 ou 40 ans ont eu exclusivement pour but l'amélioration de l'ancienne poudre au salpêtre, soufre et charbon; on a cherché à modifier ses propriétés, afin d'obtenir une augmentation de la vitesse initiale du projectile et, en même temps, une diminution de la pression des gaz à l'intérieur des armes.

Dans ce but, on a perfectionné les procédés de fabrication, et les poudres à mousquet, granulées, agglomérées ou comprimées, ont été avantageusement substituées à l'antique *pulvérisé*. Toutefois les résultats n'ont jamais été complètement satisfaisants, car, en dépit de tous les perfectionnements, la poudre noire conserve tous les défauts inhérents à sa nature: elle est salissante, et encrasse les armes; elle développe une température très élevée qui nuit à la facilité et à la rapidité des chargements; elle a toujours un effet corrosif et elle dégage une fumée épaisse.

Pour ces raisons, les recherches des inventeurs se sont portées vers des poudres de compositions différentes. Ainsi, entre 1865 et 1869, on a essayé les *poudres picriques ou picratées* (poudres de Borlinetto, de Brugère, de Désignolle, etc.). Les résultats étaient bons, particulièrement avec le picrate d'ammoniaque; ces poudres donnent, en effet, une grande vitesse initiale, elles n'encrassent pas les armes, et la fumée qu'elles dégagent est relativement faible. Malheureusement, leur conservation est très défectueuse; elles s'altèrent rapidement, en perdant une partie de leurs qualités.

En 1867, le colonel Schultze, de l'artillerie prussienne, eut l'idée d'utiliser le *pyroxyle* ou *cellulose nitrée*. Ses premières tentatives ne furent pas heureuses, du moins au point de vue militaire, et pendant longtemps la poudre Schultze fut exclusivement utilisée comme poudre de chasse, avec plus ou moins de succès. Mais, avec tous ses défauts, elle avait des qualités sérieuses qui attirèrent l'attention; elle suscita de nouvelles recherches, et les travaux de MM. Abel en Angleterre, Nobel et Vieille en France, conduisirent à la fabrication actuelle des poudres de guerre, dites *poudres sans fumée*, par l'utilisation des grands explosifs.

Les explosifs tels que la nitroglycérine et le fulmicoton présentent, en effet, de sérieux avantages; ils laissent peu de résidu, ne donnent qu'une faible fumée et impriment aux projectiles une grande vitesse initiale. Leur défaut principal est de développer une pression subite et considérable; pour y remédier, autrement dit, pour constituer au moyen de ces explosifs une poudre d'une lenteur relative, susceptible d'être employée sans danger, on les a mélangés avec certaines substances *valentissantes*. Puis on a été amené à dissoudre le fulmicoton dans des préparations chimiques spéciales, et finalement à faire usage des *nitrocelluloses solubles*.

C'est ainsi que la plupart des poudres sans fumée actuelles ont pour base les nitrocelluloses. Il y a donc un intérêt tout particulier à faire connaître ces composés, au triple point de vue de leur constitution, de leurs propriétés et de leur préparation, afin de pouvoir se rendre compte des difficultés que l'on a rencontrées et que l'on rencontre encore pour arriver à la fabrication de la poudre sans fumée *idéale*.

II. Nitrocelluloses. — La cellulose nitrée a été découverte, en 1833, par Braconnot, qui, en traitant l'amidon, corps isomère de la cellulose, par l'acide nitrique très concentré, obtint une substance blanche, facile à enflammer et à laquelle il donna le nom de *xyloïdine*.

Pelouze répéta l'expérience avec la cellulose; en 1837, il observa que si, au lieu de dissoudre la cellulose (coton, chanvre, lin, papier, etc.) dans l'acide nitrique monohydraté, on l'immerge pendant quelques instants seulement dans ce liquide et qu'on l'en retire ensuite pour la laver à grande eau, on obtient une matière qui a conservé la forme

et l'apparence de la cellulose et qui est extrêmement inflammable. Pelouze avait confondu cette substance avec la *xyloïdine*.

Vers la fin de 1846, Schönbein annonça la découverte du *coton-poudre*, découverte qu'il rendit publique en 1847 en indiquant son procédé de fabrication. Il plongeait pendant quelques instants le coton cardé dans un mélange d'acides sulfurique et nitrique concentrés. Le produit ainsi obtenu, et qui est identique à celui qu'avait déjà trouvé Pelouze, fut désigné, par le chimiste Otto, de Brunswick, sous les noms de *pyroxyle* et *pyroxyline*.

Schönbein préconisa pour les usages militaires l'emploi de son produit, auquel il donna le nom significatif de *coton-poudre*.

Telle est l'origine des pyroxyles et de leurs applications.

Les substances cellulosiques qui servent à la fabrication des pyroxyles se trouvent dans les tissus des végétaux sous les formes isomères de *cellulose*, *paracellulose*, *métacellulose* et *vasculose*.

Le coton est plus particulièrement formé de cellulose, comme l'indique la composition suivante :

Cellulose.	91,35
Eau.	7,00
Matières ligneuses	0,75
Substances grasses	0,40
Matières azotées	0,50
TOTAL.	100,00

Les fibres de bois, au contraire, sont constituées par un mélange assez complexe des diverses formes de cellulose ou de vasculose, sans parler des autres composés étrangers.

Voici, d'après MM. Frémy et Urbain (1), les différences qui caractérisent ces divers corps au point de vue chimique.

La cellulose, la paracellulose et la métacellulose sont solubles dans l'acide sulfurique concentré.

La cellulose se dissout immédiatement dans le réactif ammoniac-cuivrique ; la paracellulose ne s'y dissout qu'après action préalable des acides ; la métacellulose y est insoluble.

La métacellulose est soluble dans l'acide nitrique et les hypochlorites.

La vasculose, qui forme la partie principale des vaisseaux et relie entre elles les fibres et les cellules, est insoluble dans le réactif ammoniac-cuivrique, et résiste très longtemps à l'acide sulfurique concentré ; elle est rapidement attaquée par l'acide nitrique, les hypochlorites, le chlore, l'acide chromique, le permanganate de potasse, etc. Les alcalis caustiques la dissolvent à chaud ; c'est ainsi qu'en traitant le bois et le papier par la soude caustique, on enlève la vasculose.

La différence entre le coton et le bois n'est pas moins grande au point de vue physique. Dans le coton, les fibres cellulosiques sont creuses ; ce sont de véritables tubes dans l'intérieur desquels les liquides peuvent circuler avec plus ou moins de facilité ; aussi la nitrification du coton, à différents degrés, s'obtient-elle avec une certaine précision. Dans le tissu ligneux, au contraire, les fibres sont intérieurement remplies de matières étrangères solidifiées, et l'attaque de la cellulose par l'acide nitrique est plus lente et moins complète.

Toutes ces raisons expliquent la préférence donnée aux fibres de coton pour la préparation du fulmicoton ou coton-poudre, cellulose au maximum de nitrification, et à la fibre de bois pour nitrification des poudres Schultze, qui sont des celluloses beaucoup moins nitrées. Elles expliquent encore pourquoi il suffit d'employer des acides faibles pour obtenir avec le coton un produit moyennement nitré, tandis que, dans tous les cas, des acides très concentrés sont nécessaires pour nitrifier à un degré quelconque des substances aussi réfractaires que les fibres ligneuses.

Le degré de nitrification d'une cellulose est, pour ainsi dire, impossible à déterminer avec précision. Les uns, quadruplant la formule de la cellulose, admettent avec M. Berthelot que l'on peut remplacer 1 à 12 atomes d'hydrogène par 1 à 12 atomes d'azotyle ou *nitryle* (AzO_2). On aurait ainsi 12 celluloses nitrées, parmi lesquelles nous citerons les suivantes :

Dénomination	Formules chimiques	Dosage % en azote	Dosage % en azotyle
Cellulose tétranitrique . . .	$\text{C}^{24}\text{H}^{36} (\text{AzO}_2)^4 \text{O}^{20}$	6,76	22,22
— heptanitrique. . .	$\text{C}^{24}\text{H}^{33} (\text{AzO}_2)^7 \text{O}^{20}$	10,17	33,22
— octonitrique . . .	$\text{C}^{24}\text{H}^{32} (\text{AzO}_2)^8 \text{O}^{20}$	11,10	36,50
— ennéanitrique. . .	$\text{C}^{24}\text{H}^{31} (\text{AzO}_2)^9 \text{O}^{20}$	11,90	39,30
— décanitrique . . .	$\text{C}^{24}\text{H}^{30} (\text{AzO}_2)^{10} \text{O}^{20}$	12,75	41,90
— endécانيتrique . . .	$\text{C}^{24}\text{H}^{29} (\text{AzO}_2)^{11} \text{O}^{20}$	13,47	44,27
— duodécانيتrique. . .	$\text{C}^{24}\text{H}^{28} (\text{AzO}_2)^{12} \text{O}^{20}$	14,14	46,47

D'autres, conservant la formule de la cellulose, considèrent simplement trois celluloses nitrées :

Dénominations	Formules chimiques	Dosage % en azote	Dosage % en azotyle
Mononitrocellulose	$\text{C}^6\text{H}^9 (\text{AzO}_2) \text{O}^5$	6,76	22,22
Dinitrocellulose.	$\text{C}^6\text{H}^8 (\text{AzO}_2)^2 \text{O}^5$	11,10	36,50
Trinitrocellulose	$\text{C}^6\text{H}^7 (\text{AzO}_2)^3 \text{O}^5$	14,14	46,47

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1881.

Le premier groupe comprend des celluloses partiellement nitrées ou même incomplètement attaquées ; le deuxième correspond aux *nitro-celluloses solubles*, et le troisième aux *fulmicotons* qui sont très inflammables et constituent par eux-mêmes des explosifs.

La dinitrocellulose est soluble dans un mélange de 2 parties d'alcool avec 1 partie d'éther. Le fulmicoton est insoluble ; il correspondrait à la trinitrocellulose ou à la cellulose duodécانيتrique des formules quadruplées ; mais il est difficile de l'obtenir à l'état de pureté absolue, et il renferme toujours une certaine quantité de nitrocellulose soluble qui, pour les épreuves militaires, ne doit pas dépasser 10 %. En général, le fulmicoton contient 40 à 45 % d'azotyle, au lieu de 46,47 % qu'indique la théorie. Sa formule se rapproche par conséquent de celle que l'on attribue à la cellulose endécانيتrique.

De même, la nitrocellulose soluble (dinitrocellulose, ou cellulose octonitrique) devrait être entièrement dissoute par le mélange d'alcool et d'éther, tandis qu'en réalité il reste toujours de 40 à 60 % de matières non dissoutes. Elle correspondrait donc à des mélanges de celluloses hepta, octo et ennéanitriques, mélanges dans lesquels dominerait, selon le cas, la cellulose heptanitrique ou l'ennéanitrique.

Ainsi, la poudre Schultze, que l'on fabrique, comme poudre de chasse, en Allemagne, en Angleterre, en Belgique et en France, renferme de 34 à 35 % d'azotyle. C'est, par conséquent, un mélange de celluloses heptanitrique et octonitrique. On sait qu'elle est obtenue en traitant la farine de bois, préalablement purifiée, par un mélange de :

2 parties d'acide sulfurique concentré ;
1 — — — nitrique, $d = 1,50$.

On obtiendrait un produit analogue avec des acides faibles et du coton.

Il ressort de ce qui précède, que la nature de la cellulose employée a une grande influence sur l'état des produits obtenus.

On peut en dire autant du temps pendant lequel se fait l'attaque par les acides. En général celle-ci est rapide. Avec le coton, en particulier, on peut obtenir en quelques minutes le maximum de nitrification. Une observation assez curieuse a été faite par M. Von Forster, directeur de la fabrique autrichienne de fulmicoton de Valsrode : c'est que si l'on prolonge le contact avec les acides au delà de 15 ou 20 minutes, il se produit une *dénitrification partielle*, et le fulmicoton renferme alors une grande proportion de matière soluble.

S'il s'agit, au contraire, de préparer une nitrocellulose soluble, un trop long contact avec les acides peut donner lieu à une *sumitrication*, c'est-à-dire à la production d'une grande quantité de nitrocellulose insoluble, tandis qu'une exposition insuffisante donnera une substance insuffisamment nitrée et même partiellement inattaquée.

D'autre part, les proportions et le degré de concentration des acides ont également leur influence, et les expériences sont loin d'être concluantes, tout au moins pour la fabrication des nitrocelluloses solubles. Les travaux de M. Vieille (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1882) et ceux de M. de Chardonnet (1889) ont cependant jeté quelque lumière sur ce point particulier.

Enfin les produits varient encore lorsque, au lieu de traiter les celluloses par un mélange d'acides sulfurique et nitrique, on emploie l'acide sulfurique avec un nitrate de soude ou de potasse. Ce dernier procédé a l'avantage d'être plus économique et plus sûr ; il permet en outre d'opérer à chaud et par suite avec plus de régularité.

Bref, on comprend que s'il est relativement facile de fabriquer du fulmicoton, c'est-à-dire une nitrocellulose au degré maximum de nitrification, le cas est tout autre s'il s'agit d'une nitrocellulose soluble ou cellulose dont le degré de nitrification ou de solubilité doit être arrêté en un point déterminé.

La difficulté est particulièrement grande quand, au lieu d'employer du coton, cellulose presque pure, on fait usage de fibres ligneuses ou de farine de bois, composées de divers corps cellulosiques dont la nitrification peut s'effectuer et s'effectue probablement dans des circonstances et des conditions différentes. Sans compter que le bois nécessite un supplément de traitement, très coûteux et indispensable, pour être débarrassé des substances résineuses, incrustantes et autres qui accompagnent la matière cellulosique proprement dite.

(A suivre.)

P.-F. CHALON,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

HYGIÈNE

LES MICROBES DES EAUX

Les questions d'hygiène, soit publique, soit privée, prennent une importance de plus en plus grande, et, parmi elles, il en est une qui a fait de très sérieux progrès dans ces dernières années : c'est l'étude des eaux destinées à l'alimentation.

Pendant longtemps on s'est borné à l'examen de leurs caractères physiques et chimiques ; mais aujourd'hui que les travaux récents sur les êtres infiniment petits ont pris une grande extension et ont

donné lieu à une science nouvelle, la micrographie, il est devenu indispensable de tenir compte, dans l'examen d'une eau, de ses caractères biologiques ou micrographiques.

Ces caractères sont tirés de l'examen des matières organiques contenues dans cette eau.

Les matières organiques-vivantes, les seules dont nous nous occuperons ici, peuvent être contenues dans l'eau sous deux formes :

1° A l'état de parasites proprement dits;

2° A l'état de parasites microscopiques ou microbes.

Les parasites proprement dits, de taille relativement grande, sont des infusoires et des algues.

Quant aux microbes, ce sont des végétaux microscopiques qui por-

MICROBES DE LA FIÈVRE INTERMITTENTE

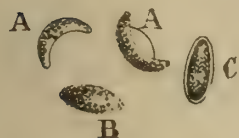


FIG. 1. — Parasites de la malaria.

AA corps n° 4 : B corps ovulaire pigmenté ; C corps n° 4 dans une préparation de sang traitée par l'acide osmique à $1/300$ et la glycérine picro-carminée : on aperçoit un double contour (Laveran, planche II).

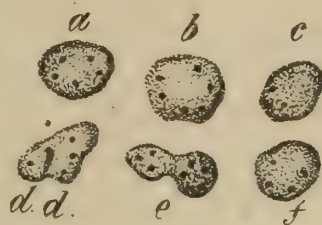


FIG. 2. — abcdef, corps n° 3, plus ou moins déformés (Laveran).

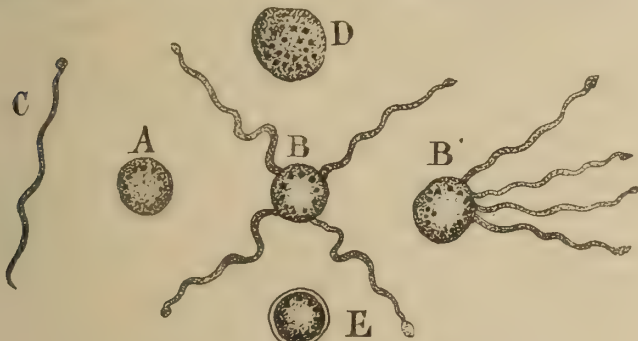


FIG. 3. — Microbes de la malaria ou fièvre intermittente (Laveran).

A corps n° 2, immobile; B corps n° 2 avec filaments mobiles (ces filaments, au nombre de quatre, sont munis d'un petit renflement à leur extrémité libre); B' autre aspect d'un corps n° 2 en mouvement, les filaments mobiles sont situés d'un même côté; C un filament mobile devenu libre; D corps sphérique rempli de granulations pigmentaires qui s'agitent très vivement; E corps n° 2, dans une préparation de sang traitée par l'acide osmique à $1/300$ et conservée dans la glycérine picro-carminée (on aperçoit un double contour).

tent différents noms, suivant leur nature. On donne le nom de *bacilles* à ceux qui ont la forme de petits bâtonnets, et de *micrococcus* à ceux qui se présentent sous la forme de petits grains. Les uns ont besoin d'oxygène pour vivre, on les appelle *aérobies*; d'autres, au contraire, sont tués par l'oxygène, ce sont les *anaérobies*. Une température de

MICROBES DE LA TUBERCULOSE



FIG. 4. — Bacille tuberculeux dans les tissus (Cornil et Babès).

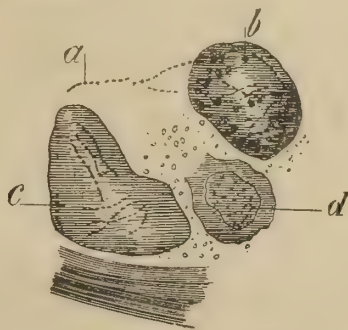


FIG. 5. — Bacille tuberculeux dans les crachats (Cornil et Babès).

150 degrés les tue tous; un grand nombre même succombent à 100 degrés. Ils se reproduisent par scissiparité ou par spores.

Chaque espèce exige pour son développement certaines conditions de milieu. Lorsque ces conditions sont réalisées, la reproduction se fait avec une effrayante abondance; mais les moindres modifications dans le milieu peuvent gêner ou même arrêter leur développement.

Il est donc très important de tenir compte de la présence de ces microbes dans une étude sérieuse, car une eau chimiquement pure peut être biologiquement altérée.

Nous reproduisons, d'après M. Miquel, le nombre moyen de microbes, par centimètre cube, qu'on rencontre dans certaines eaux :

Eau de pluie	7 microbes par centimètre cube.
Eau de la Vanne (sources)	62 —
Eau de la Seine, à Bercy	1400 —
— à Asnières	3200 —
Eau d'égout	20.000 —

Ce sont les eaux, surtout, qui renferment les microbes et leurs germes, et cela se conçoit aisément si l'on réfléchit que bien des fermentations et des décompositions aboutissent nécessairement aux nappes aquifères. Mais tous ces microbes ne sont pas nocifs; au point de vue pathologique, on peut les diviser en deux classes :

Les microbes indifférents;
Les microbes pathogènes.

Parmi les microbes indifférents, il en est qui sont inoffensifs, mais il en est d'autres aussi qui peuvent devenir toxiques : ce sont les microbes de la putréfaction.

Les microbes pathogènes ont pour caractère qu'étant introduits dans l'économie, ils y donnent naissance à une maladie semblable à celle qui les avait fait naître eux-mêmes dans un autre milieu.

La présence de ces microbes dans les eaux d'alimentation est la cause du développement d'un grand nombre de maladies.

Pendant longtemps, on a attribué à l'air un rôle prépondérant dans

MICROBES DU CHOLÉRA

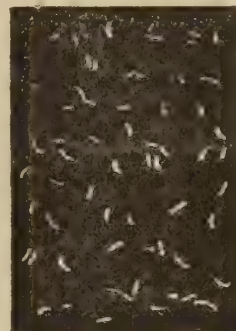


FIG. 6. — Bacille-virgule du choléra (Bizzozero et Firket, Microscopie clinique).



FIG. 7. — Polymorphisme du bacille-virgule de Koch dans les cultures (Bizzozero et Firket, Microscopie clinique).

la propagation des germes infectieux. Aujourd'hui, on est revenu sur cette opinion erronée, et la plupart des médecins sont d'accord pour n'attribuer à l'air qu'un rôle insignifiant, tandis que l'action de l'eau est, au contraire, de la plus haute importance.

Les microbes indifférents produisent les septicémies, telles que la suppuration, la pyémie et les abcès métastatiques, la gangrène, l'ostéo-myélite, la septicémie puerpérale et l'endocardite infectieuse.

Les microbes pathogènes de l'eau produisent des maladies infectieuses de diverses natures. Nous reproduisons les dessins de quelques-uns de ces microbes (fig. 1 à 8), d'après le remarquable rapport de M. Gadaud sur le projet d'adduction à Paris des sources de l'Avre.

Il y a deux maladies dont la contagion par l'eau est cliniquement et expérimentalement démontrée : ce sont le choléra et la fièvre typhoïde.

Le microbe spécifique du choléra est le bacille de Koch, ou bacille

MICROBES DE LA FIÈVRE TYPHOÏDE

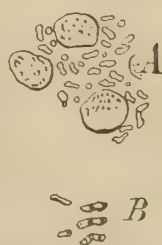


FIG. 8. — Microbes de la fièvre typhoïde.

A, B, bacilles de la fièvre typhoïde (Cornil et Babès).

C, bacilles et spores de la fièvre typhoïde dans une culture sur une pomme de terre (coloration double) : b, bacilles; f, filaments; sp, spores.

en virgule. Il ne peut vivre que dans l'eau. D'après Koch, on ne connaît pas un seul exemple dans lequel le choléra se soit propagé par des objets secs.

Quant à la fièvre typhoïde, c'est peut-être la maladie pour laquelle la transmission par l'eau de boisson est le plus incontestable. Il y a peu d'années encore, on croyait qu'elle se transmettait généralement par l'air. Cette opinion est abandonnée aujourd'hui, et M. Brouardel a pu dire au dernier Congrès international d'hygiène tenu à Vienne que la fièvre typhoïde se transmet 90 fois sur 100 par les eaux d'alimentation.

A Paris, on a constaté que chaque fois que, par suite du manque d'eau de source, on est obligé de donner dans les maisons de l'eau de Seine, on voit redoubler d'intensité ou éclater la fièvre typhoïde dans les dix jours qui suivent la première distribution.

Il est donc très important d'examiner avec un soin tout particulier

les eaux qui doivent servir à l'alimentation et de rechercher, par un examen micrographique bien fait, si elles ne renferment pas un trop grand nombre de colonies bactériennes; dans ce dernier cas, elles doivent être rejetées sans hésitation.

HENRI MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

VARIÉTÉS

UNE NOUVELLE INDUSTRIE FRANÇAISE

La culture artificielle du raisin de luxe dans le Nord.

La culture des fruits de table sous abri vitré était jusqu'ici, en France, du domaine exclusif de l'horticulture; l'industrie n'avait pas encore songé à s'en emparer pour l'exploiter sur une grande échelle. Mais tout arrive en ce monde, et voici qu'aujourd'hui cette spécialité commence à prendre pied chez nous, d'une façon tout à fait industrielle, comme elle existe depuis longtemps chez nos voisins d'Angleterre et de Belgique.

Il faut le dire, en effet, ceux qui aujourd'hui dépensent leur argent et leur intelligence pour essayer d'implanter en France ce nouveau genre de manufacture, n'ont pas le mérite de l'invention, mais bien celui de l'application; ce mérite cependant n'en est pas moins réel, l'initiative qu'ils ont prise n'en est pas pour cela moins digne d'encouragement, car ni les Anglais ni les Belges ne vont publier sur les toits leurs méthodes spéciales de culture, les perfectionnements qu'ils ont apportés à la construction économique des serres, les études qu'ils ont faites pour forcer la croissance des fruits qu'ils élèvent sous verre, et il a fallu bien des voyages à l'étranger, bien des essais, bien des expériences, pour arriver au résultat que nous signalons aujourd'hui. On pourrait s'étonner que pour ce genre de produits, nous employions le mot de manufacture, d'usine; mais, en réalité, quel nom donner à ces rangées de serres qui couvrent plusieurs hectares, surmontées de hautes cheminées, sectionnées comme autant d'ateliers en rayons spéciaux pour la culture des différentes espèces de fruits, dirigées par des jardiniers qui sont de véritables contre-maitres, sous la direction d'un chef unique, et absorbant annuellement pour le chauffage artificiel des serres beaucoup plus de charbon que nombre d'industries proprement dites?

Avant de voir ce qui se passe chez nous, il nous paraît intéressant de voir ce qui se fait à notre porte, chez nos voisins, et de dire quelques mots des résultats obtenus depuis longtemps en matière de culture sous verre par les industriels de l'Angleterre et de la Belgique.

L'introduction de cette industrie en Angleterre est due à M. Meredith, qui le premier a créé à Garnston, près Liverpool, un établissement de culture artificielle de raisin de table. M. Meredith voulut démontrer que la beauté des grappes et leur volume étaient en rapport avec la vigueur et le développement des vignes, et il arriva, à la suite de quelques années d'essai, à des résultats remarquables. Alors surtout il fut fort difficile de visiter l'établissement anglais; mais un horticulteur réputé de Paris, M. André, parvint à forcer la consigne. « Les pieds de vigne de deux mètres, écrivait-il en 1867, à la suite de son voyage, y poussent à plus de dix mètres de longueur, les sarments sont énormes et les grappes atteignent jusqu'à huit livres. » Huit livres, c'était déjà bien alors, et ceci caractérisait nettement le caractère anglais, qui aime tout ce qui est large, et dans la culture artificielle s'attachait à produire des fruits aux dimensions colossales; mais il y a de beaux jours que celles-ci sont dépassées, car il n'est pas rare de voir dans les expositions de la Grande-Bretagne des grappes de raisins qui pèsent jusqu'à 18 et 25 livres anglaises, c'est-à-dire 8 et 11 kilogr.

Celui qui, en Angleterre, s'est fait la réputation la mieux assise en matière de fruits de dimensions inusitées, est M. Thomson, autrefois chef de culture du duc de Buccleugh, qui, il y a une vingtaine d'années, a installé, à quelques lieues au sud d'Edimbourg, une *vinerie*, comme disent nos voisins, des plus remarquables. Les Anglais le nomment le premier viticulteur du monde, et ce titre ne paraît pas usurpé. M. Thomson ne néglige rien pour arriver à donner à ses fruits des apparences in vraisemblables, et il a une marque qui lui permet de vendre cher, dans un pays où les fortunes sont aussi considérables qu'en Angleterre, et où nombre de lords ou de riches propriétaires n'y regardent pas de bien près lorsqu'il s'agit d'un produit de bouche. Il n'y a pas bien longtemps, nous avons voulu nous procurer une grappe de raisin noir *real Thomson*, et la plus petite que nous ayons pu trouver nous a valu un débours de 19 shellings, soit 23 fr. 75; elle pesait près d'un kilogr. D'autres grappes, exposées dans les beaux magasins de primeurs de Regent street, étaient affichées à des prix bien autrement élevés.

Mais M. Thomson est ce que nous pourrions appeler un producteur artistique: c'est une unité en Angleterre. Il est d'autres producteurs, que nous pourrions plutôt qualifier d'industriels, et qui veulent, dans

un pays où le temps est de l'argent, faire vite et bien. De ce nombre est M. Philipp Ladds.

Celui-ci a débuté par vendre des fleurs dans la rue; aujourd'hui il possède trois établissements, formant ensemble une étendue d'environ vingt hectares sous verre, qu'il agrandit sans cesse et dont il perfectionne l'agencement chaque année. La plus ancienne installation est située à Bexley Heat et comprend environ quatre hectares: elle est presque entièrement consacrée aux fleurs, mais chacune des séries de serres est l'objet d'une variété spéciale confiée aux soins tout particuliers d'un homme du métier; pour n'en citer qu'un exemple, le gardenia est cultivé dans dix serres de 40 mètres de long sur 8 de large; chaque matin, trente-quatre chevaux conduisent à Covent Garden, distant d'environ 12 kilomètres, les fleurs et les fruits récoltés la veille ou aux premières heures du jour. Le deuxième établissement comprend six hectares et a été construit il y a une douzaine d'années; il est à quatre kilomètres du premier, et l'on n'y fait exclusivement que de la vigne et de la tomate. Enfin le troisième établissement, celui de Swanley-Jonction, renferme des fleurs et des fruits, mais là encore les spécialités sont réparties par groupes de serres; cet établissement est situé contre la gare, et chaque jour les produits de M. Philipp Ladds sont envoyés par wagons complets dans toutes les grandes villes de l'Angleterre, Londres, Manchester, Liverpool, etc.

Nous disons par wagons complets. Rien n'est plus curieux, pendant la belle saison, que d'assister aux expéditions de fruits sur tous les points de la Grande-Bretagne. Les Compagnies qui, en raison de la grande concurrence qui existe entre les voies ferrées, ont plus d'égards pour les expéditeurs, et qui d'ailleurs comprennent parfaitement tout le bénéfice qu'elles ont à retirer d'un trafic aussi important, ont mis tous leurs soins à faciliter le transport des fruits frais dans le pays. De simples corbeilles étagées, superposées les unes aux autres sans le moindre emballage, et c'est tout; si la caisse était seulement inclinée ou secouée, tout serait perdu, alors que les fruits arrivent à destination sans la moindre meurtrissure.

Presque jamais ces raisins ne sortent de l'Angleterre; ils sont consommés dans l'île même, où beaucoup de personnes ont pris l'habitude de n'avoir pas de serres chez elles et s'adressent pour leurs besoins aux industriels du pays. Aussi serait-on étonné des chiffres mesquins que révèle l'exportation des fruits frais anglais.

En dehors des deux établissements que nous venons de citer, il y a encore lieu d'en mentionner deux autres, remarquables par leur étendue: l'un est celui que les frères Rochford ont édifié il y a six ans aux environs de Londres; l'autre est l'installation de M. Bashford à Jersey et Guernesey. L'établissement des frères Rochford peut être considéré comme le plus colossal de toute l'Angleterre: il renferme environ vingt-deux hectares d'un seul tenant. C'est un spectacle des plus curieux de voir toutes ces maisons de verre qui défilent à perte de vue et paraissent couvrir un espace encore plus grand que la réalité; on n'y fait en toute saison que de la culture artificielle: les fleurs, les fruits et les légumes des pays chauds et tempérés en constituant le noyau le plus important. Quant aux serres des îles de Jersey et Guernesey, elles ont été commencées en 1874. Leur propriétaire est un ancien photographe, qui a eu une bien heureuse idée le jour où il a préféré la culture sous verre à ses clichés et à ses appareils, car il est devenu millionnaire en quelques années et est aujourd'hui le plus important fournisseur du marché de Londres. Ses serres sont les plus colossales du Royaume-Uni; les six dernières construites ont environ 300 mètres de longueur sur 10 de largeur: dans les unes il fait des raisins, dans d'autres il obtient deux récoltes de pommes de terre précoces à la Noël et en avril; puis il fait de la tomate jusqu'aux mois de septembre et d'octobre. Un service de bateaux à vapeur spécialement destinés aux producteurs horticoles, est organisé entre Jersey, Guernesey et Londres par la Tamise; le chargement et le déchargement s'opèrent avec les précautions nécessaires, et les raisins arrivent en parfait état sur le marché.

Mais si l'Angleterre ne fait pas d'exportation et pousse l'égoïsme jusqu'à ne pas laisser goûter à ses voisins les excellents produits qui satisfont sa gourmandise, tel n'est pas le cas de la Belgique, qui, elle, en expédie dans toute l'Europe, en Allemagne, en Russie, en Hollande, en Autriche, en Danemark, en Suède, partout où les palais délicats et connaisseurs sentent le besoin de s'adresser à ce pays si réputé. Voici quelle a été, depuis trente ans, la progression dans l'exportation de la contrée en matière de fruits de table:

1860	2.854.464 francs.
1870	2.884.993 —
1880	6.480.623 —
1887	9.228.769 —

L'augmentation est, comme on le voit, sensible. C'est en 1860 que les Belges ont commencé à tourner les yeux du côté de la culture sous verre. Il y avait bien, avant cela, quelques riches propriétaires qui se payaient le luxe d'une *forcerie*, comme on disait alors; mais cela n'avait rien d'industriel et ne sortait pas du domaine privé.

Le premier qui songea à cultiver le raisin sous abri vitré est M. de Goes, qui, vers 1860, construisit un petit établissement à Schaerbeek,

près Bruxelles. Le succès dépassa toutes ses espérances : le propriétaire obtint, au mois d'avril, des raisins noirs de toute beauté, qu'il vendit, au début, de 45 à 50 francs le kilogr., puis, les années suivantes, de 30 à 35 francs. Ses constructions étaient assez primitives : bois et verre, avec chauffage à feu direct; M. de Goes avait bien essayé le thermosiphon, mais il était vite revenu au système plus économique des fourneaux en maçonnerie avec conduits de fumée en terre cuite.

Puis la concurrence arriva. Des fils de cultivateurs, les frères Sohie, furent les premiers qui, après M. de Goes, essayèrent de cultiver le raisin industriellement. Ils firent quelques timides essais à Hoylaert, dans des serres d'un système encore plus primitif que celui adopté à Schaerbeek, et se servirent du même mode de chauffage. Leur réussite fut complète : dès le début, ils visèrent moins au bel aspect et aux fortes dimensions qu'à la quantité du raisin, et ils ne craignirent pas de laisser porter à leurs vignes un grand nombre de grappes; comme celles-ci arrivaient à une époque où elles étaient encore fort rares, la vente s'en fit facilement. Avec leurs bénéfices, MM. Sohie agrandirent leur exploitation, construisirent chaque année de nouvelles maisons de verre et achetèrent, pour les transformer en vignobles, tous les terrains qui environnaient leur demeure. Aujourd'hui, plusieurs fois millionnaires, ils possèdent de 15 à 20 hectares de serres, ils ont construit, pour la fabrication des caisses et l'emballage des produits, un bâtiment spécial, avec machine à vapeur, où sont employés toute l'année 30 à 40 ouvriers, et consomment, pour le chauffage de leurs serres, de quinze cents à dix-huit cents wagons de charbon.

Les frères Sohie visaient à la quantité; ils eurent, à peu près à la même époque, des imitateurs qui se préoccupèrent surtout de la qualité. Le plus renommé est M. Schimp, de Groenendael, qui est arrivé à des résultats hors ligne et a aujourd'hui une marque qui lui permet de vendre ses produits 15 à 20 % plus cher que ses concurrents dans toutes les capitales de l'Europe.

Puis d'autres serres se montèrent à la Hulpe, Boisfort, Wavre, Sainte-Catherine, Duffel, Malines, Vilvorde, Bas-Oha, Blomendale, etc.; aujourd'hui, toutes ces localités possèdent des vignobles sous verre remarquables.

Naturellement les prix ne se sont pas maintenus aux taux élevés que nous avons indiqués tout à l'heure; ils ont baissé rapidement, et, aujourd'hui, on n'obtient plus que 5 à 8 francs pour les raisins mis en vente de janvier à mai, et 75 centimes à 2 fr. 50 de juin à décembre. Malgré cela, les Belges trouvent encore qu'ils font de fort jolis bénéfices, si l'on considère les agrandissements successifs qu'ils donnent annuellement à leurs exploitations et les installations nouvelles qui viennent leur faire concurrence. Rien que pour l'année 1888, on a construit, sur le territoire de Hoylaert, plus de cinq cents serres nouvelles. Le bon marché des matériaux, le bas prix de la main-d'œuvre, l'absence d'impôts, sont autant d'adjuvants qui encouragent nos voisins à construire sans cesse des établissements nouveaux. La culture du raisin sous abri vitré s'est donc vulgarisée dans le pays, mais elle s'est aussi bien simplifiée : les constructions ont atteint aujourd'hui le maximum du bon marché; le thermosiphon employé par les Anglais est définitivement écarté, et l'on fait des entre-cultures, comme la fraise au printemps, la tomate en été et le pêcher. On a aussi fait l'essai de la poire, de la pomme et de la cerise, mais ces tentatives n'ont pas réussi.

Les meilleurs débouchés pour la Belgique sont la France d'abord, puis l'Angleterre, qui ne peut encore se suffire, et, par ordre d'importance, l'Allemagne, l'Autriche et les autres pays. Il paraît cependant qu'aujourd'hui les Allemands, qui sont de fins matois lorsqu'il s'agit de leurs affaires, tentent de s'affranchir de la situation tributaire qui leur est faite sous ce rapport. Des réunions provinciales ont eu lieu ces temps derniers dans le pays, sur l'initiative du Gouvernement, et l'on nous a assuré dernièrement qu'il venait de se fonder, près de Coblenz, une immense école, d'une superficie de 4 hectares, où tous les produits de culture sont expérimentés : il y aurait là des spécimens des serres usitées dans tous les pays où l'on a fait quelque progrès, notamment de celles de Jersey et de Belgique, et où les nationaux sont invités à se renseigner; de plus, des professeurs expérimentés sont mis à la disposition du public pour se rendre à domicile, procéder à des analyses du sol, donner des conseils aux débutants, en un mot, pousser le pays dans cette nouvelle voie.

La figure 1 donne le type des serres industrielles à bon marché, telles que les construisent les frères Sohie, sur le territoire de Hoylaert. La largeur en est d'au moins 8 mètres, et les murs, qui ont une brique d'épaisseur et environ 60 centimètres de hauteur, suivent la pente du sol, de sorte qu'il arrive souvent, sur la butte escarpée où est établi le village, que le pignon *a* est de plusieurs mètres plus bas que le pignon *b*; on recherche même cette déclivité, afin de pouvoir placer le fourneau de chauffage au point le plus bas et en rendre le tirage absolument certain. Ce fourneau, des plus élémentaires, est un simple four en briques, dont le conduit de chaleur et de fumée est prolongé de plusieurs mètres, aussi loin que l'ardeur du feu est jugée devoir être la plus violente, et qui, ce point passé, se continue à l'aide

de simples tuyaux en terre cuite emboîtés les uns dans les autres, dont on bouche les jointures à la terre glaise; ces tuyaux reposant sur le sol, partent dans diverses directions, et vont se réunir près de *b* en un seul, qu'on fait passer au travers d'un carreau de vitre. Il est difficile, on le voit, de trouver quelque chose de plus rudimentaire.

Pour établir la serre — et à Hoylaert ce sont, non pas des artisans spéciaux, mais les ouvriers eux-mêmes des frères Sohie qui procèdent à ce travail — on commence par établir une grossière charpente de soutènement, en enfonçant un peu obliquement, à environ 3 mètres les unes des autres, les quatre rangées de piquets *k*, auxquels on cloue les chevrons *m* et *l*. On prend ensuite des barreaux en fer, longs d'environ 4^m 30, et après les avoir ployés tous uniformément, on les place par leur base à environ 30 centimètres les uns des autres sur le bord intérieur du mur, en les y fixant à l'aide de briques

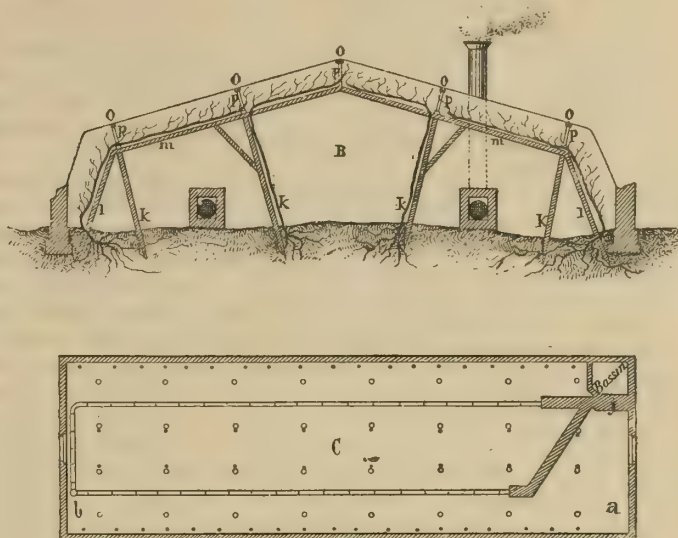


FIG. 1. — Type des serres industrielles employées par les frères Sohie, à Hoylaert, pour la culture artificielle du raisin de luxe.

entrecimentées au fur et à mesure de la pose; ces barreaux sont attachés à l'aide de fil galvanisé et posés sur les cinq barres en fer *o*, placées dans le sens de la longueur de la serre, et attachées préalablement avec du fil galvanisé aux prolongements *p* des piquets. Ainsi soutenues, ces constructions tout élémentaires défilent les plus fortes bourrasques. On y place alors le verre, en double épaisseur à cause de la grêle, et on achève le travail en cimentant le haut des murs de soutènement en forme de gouttière, pour amener l'eau pluviale dans le bassin que l'on voit sur la figure, situé à côté du fourneau. On conçoit qu'à 10 et 20 mètres au-dessus de toute voie carrossable l'eau ait son prix; il est rare que sous ce climat elle soit épuisée dans le bassin avant une nouvelle pluie.

Si l'on entre dans l'une de ces serres, on voit que les ceps sont plantés à l'intérieur et que leurs sarments sont palissés, à environ 40 centimètres du vitrage, sur des fils de fer tendus et attachés aux chevrons *m*. Partout on peut atteindre facilement aux sarments sans avoir besoin d'échelle ou d'escabeau, et sous la voûte de verdure qui cherche le jour et de grappes qui pendent vers le bas par leur propre poids, le sol inégal est couvert d'un paillis de bon fumier qui entretient la fraîcheur. Les frères Sohie ne se donnent pas la peine le plus souvent de rabattre leurs barreaux, ni de peindre le bois, le fer ou le mastic; ils estiment cette dépense inutile, et comme, à leur avis, des serres de ce genre peuvent leur durer vingt ans, ils pensent que les frais de peinture souvent renouvelés durant cette période représentent à peu près ce que peut leur coûter la reconstruction d'une serre en mauvais état à laquelle ils peuvent appliquer, en outre, au bout de ce temps, les derniers perfectionnements.

Comme on le voit, la coquetterie n'a rien à voir avec ces serres rudimentaires; quelques viticulteurs cependant y mettent souvent quelque ornementation. L'essentiel est de ne pas s'écarter de ce double principe : avoir des serres basses, afin que les vents aient moins de prise; avoir du vitrage plat, qui convient le mieux à la vigne et qui facilite de beaucoup les soins de culture.

Quelle est maintenant, à ce propos, la situation de la France? Beaucoup attribuent à l'Algérie tous les fruits frais et légumes qui nous arrivent un peu en dehors de la saison normale, et ils mettent sur le compte des envois étrangers une bonne partie de ce qui figure sur nos tables en été. Il faut ici, cependant, rendre à chacun ce qui lui est dû. En réalité, nous recevons de l'Algérie tout l'hiver de grandes quantités de légumes frais, comme des haricots verts, petits pois, pommes de terre et artichauts; nous recevons aussi, comme fruits, des oranges, des citrons et des dattes, et aussi un peu de raisin frais, de la fin de juin à la fin de juillet, à peu près pendant un mois. De son côté, l'Espagne nous envoie, un peu après l'Algérie, des raisins

frais jusqu'en décembre : les derniers sont emballés dans des tonneaux avec de la sciure de liège ; ce sont de gros raisins blancs, à chair épaisse, à la peau coriace, presque sans saveur ; mais enfin nous prenons plaisir quand même à les consommer, car, pour n'en citer qu'une, la maison Aggiery seule, expédie à certains moments plus de deux mille caisses de fruits par jour à la halle de Paris. Nous avons encore le Midi de la France qui envoie dans les régions plus septentrionales des fraises de bois en avril, des cerises en mai, des pêches en juin, des prunes en juillet, du raisin en août et septembre : c'est principalement Paris qui reçoit tout cela. N'oublions pas non plus les pêches de Montreuil, si renommées, actuellement entre les mains d'horticulteurs fort intelligents, sachant se renseigner et modifier leurs procédés de culture si besoin est, et dont quelques-uns, comme Amsden, ont planté des pêchers précoces pour devancer la récolte, et dont d'autres, comme Baltet et Dalnay, ont essayé des sortes tardives pour la prolonger. Enfin, il y a à citer la charmante localité de Thomery, dont la réputation est universelle, et où l'on récolte, chaque année, environ deux millions de kilogrammes de raisin dit de Fontainebleau et notamment le chasselas doré. Aujourd'hui, cette dernière espèce se conserve jusqu'au mois de mai : le premier procédé de conserve a été imaginé par un cultivateur intelligent, M. Charmeux, qui a construit des fruitiers spéciaux où il a introduit chaque sarment pourvu de sa grappe dans une bouteille remplie d'eau ; puis un autre cultivateur, M. Salomon, a perfectionné cette méthode en faisant circuler dans les fruitiers, au moyen d'un thermosiphon spécial, de l'eau maintenue à une température inférieure à zéro au moyen d'un appareil réfrigérant, et dans laquelle est en dissolution un sel spécial qui l'empêche de se congeler. Peu de localités ont imité Thomery ; cependant il y a lieu de signaler les essais faits dans le même sens par les frères Crapotte, à Conflans-Sainte-Honorine.

Mais depuis quelques années, le département du Nord commence à se couvrir de serres à fruits. Ceci est-il dû au voisinage de la Belgique ? Est-ce le résultat de l'impossibilité où l'on se trouve d'obtenir en plein air du raisin aussi succulent que dans beaucoup d'autres contrées ? Toujours est-il que, dans cette partie de la France, où le combustible est meilleur marché que partout ailleurs, où la culture, en général, est fort étudiée et avancée, où l'on aime le travail et la distraction par l'étude, il n'est pas de propriétaire qui n'ait chez lui quelques serres à fruits. De ce nombre sont MM. Anatole Cordonnier et Phatzer : le premier, amateur passionné, Ingénieur intelligent et tout à fait au courant de ce qui concerne la culture sous verre, qu'il a scrupuleusement et profondément étudiée à la suite de voyages et de séjours prolongés en Angleterre et en Belgique ; le second, horticulteur suisse d'un rare mérite, s'aidant des conseils et de l'expérience du premier, connaissant à fond la partie qui l'occupe, et y donnant sans compter tout son soin, toute son activité. MM. Cordonnier et Phatzer cultivent la chrysanthème et le raisin, et corollairement la fraise, la pêche et la tomate. Les expositions de chrysanthèmes ont consacré leur renom à l'Exposition universelle ; ils y ont toujours et sans conteste figuré au premier rang, à tel point qu'on peut dire aujourd'hui que personne, même en Angleterre, ne saurait les supplanter sur ce terrain. En matière de raisin, ils se bornent à quelques espèces qu'ils cultivent à Roubaix et à Bailleul, sur une étendue de plusieurs hectares.

Il faut avoir visité les serres de Roubaix pour se faire idée des soins minutieux et de l'attention de chaque instant que demande la direction d'une pareille installation. Ces serres y sont alignées les unes à la suite des autres, simplement mais élégamment construites, traversées par une suite de tuyaux de chauffage s'étendant sur une longueur de plus de 4 000 mètres et représentant plus de 120 000 kilogr. de fonte, et tapissées, d'un bout à l'autre, de vignes de la plus belle apparence. Une haute cheminée, qui surmonte les vitrages, donne de loin à cette installation l'aspect d'une véritable usine. A Bailleul, les serres sont encore plus vastes et plus étendues. A côté de ces vastes établissements, nous pouvons citer les cultures sous verre plus modestes de MM. Watrelot, à Lezennes ; Louis Demay, à Mouvaux ; et Auguste Delemazure, à Tourcoing.

Dans le Midi, quelques essais de culture industrielle sous verre ont été faits ces derniers temps. Nous pouvons citer parmi les principaux établissements les serres à vignes de M. Scalomanga, à Marseille ; les cultures de pêches sous verre de M. Wigon, au Cap-d'Antibes, et les cultures de vignes en pots de M. Van Daele, jardinier en chef du potager de l'établissement de jeux de Monte-Carlo : ce dernier est un Belge qui a sans doute puisé dans son pays d'origine les éléments de son installation. Il faut aussi citer, plus près de nous, à la Chevrette, près Enghien, les essais entrepris sous verre par un producteur de raisins en plein air, de Thomery, M. Salomon, et ceux à Thomery même, de MM. Rose Charmeux et François Charmeux.

La région du Midi peut-elle lutter avantageusement avec l'industrie sous verre de l'étranger ? Nous le pensons, mais il y a des obstacles sérieux à surmonter. Ainsi, il faut compter avec le mistral, qui, dans les endroits non abrités, enlève parfois la toiture des serres et les châssis des baches : on n'y devra donc établir des serres que dans

des endroits protégés contre ce vent. L'un des obstacles les plus sérieux est encore la difficulté que l'on éprouve à faire aouter le bois ; or, sans aoutement, pas de fructification. On peut cependant provoquer un aoutement factice ; les Belges y arrivent bien dans leurs serres en privant leurs vignes d'eau pendant les mois les plus chauds de l'année : la végétation s'arrête, les feuilles tombent, on taille un peu moins sévèrement qu'à la taille d'hiver ; à la suite d'un arrosage copieux, la végétation reprend et la fructification réussit. C'est ainsi que nos intelligents voisins cultivent du raisin toute l'année.

Le Midi a d'ailleurs sous les yeux un exemple qui prouve bien ce que peut la persévérance en cette matière. Il y a une vingtaine d'années, c'est à peine si l'on parlait des fleurs de Provence ; puis, sur tout le littoral méditerranéen on a commencé à cultiver en plein champ la rose, l'œillet, la jacinthe ; quelques spécialistes ont ensuite perfectionné cette culture primitive et ont aidé la nature par des moyens artificiels. Aujourd'hui, ce commerce lucratif se chiffre annuellement par quatorze ou quinze millions. L'établissement le plus remarquable en ce genre, est celui de M. Solignac, à Cannes ; c'est lui qui, le premier, songea à abriter ses rosiers par des toiles, puis par des baches en verre ; il y a ajouté ensuite le thermosiphon, ses constructions sont devenues de plus en plus vastes, et aujourd'hui, il installe des maisons de verre à l'instar des vineries anglaises. Ce sont de véritables serres, très spacieuses, où l'on obtient, presque sans chaleur artificielle, pendant tout l'hiver, sans aucune interruption, des fleurs splendides, des roses monstrueuses, que s'arrachent à prix d'or les riches étrangers qui viennent chaque année planter leur tente sur le littoral enchanteur de la Provence.

Ce qui s'est passé pour les fleurs ne peut-il s'appliquer aux fruits ? On répond, il est vrai, qu'il y a à tenir compte de la concurrence incessante des Belges et des Anglais, que les fruits de Belgique notamment, entrent en franchise en quantité considérable en France, et que les importations belges se sont chiffrées, en 1888, par 29 698 229 kilogr. ; on ajoute que cette situation économique est le plus grand obstacle qui empêche de grandes installations de s'établir sur tous les points de la France et qui retient les capitaux qui, sans cela, s'engageraient amplement dans ces entreprises industrielles ; on ajoute enfin, qu'au renouvellement des traités de commerce en 1892, il faudrait mettre quelque droit sérieux sur le raisin de luxe venant de l'étranger. Ce sont là des questions dont la solution sera vraisemblablement étudiée en son temps et à son heure : notre rôle est de nous borner à indiquer les données de ce problème économique, laissant à d'autres le soin d'en indiquer la solution.

ALFRED RENOARD,
Ingénieur civil.

REVUE DES ORGANES TECHNIQUES ALLEMANDS

Dimensions principales des halles des grandes gares à voyageurs. — Le *Journal de la Société des Ingénieurs et Architectes autrichiens* contient, sous le titre de *Les nouvelles grandes gares allemandes*, un tableau comparatif dont il peut être utile d'extraire quelques renseignements. Ce tableau donne, non seulement pour l'Allemagne, mais aussi pour la France, l'Angleterre, l'Autriche, etc., les dimensions en longueur et largeur des halles à voyageurs, soit uniques, soit juxtaposées, comme c'est le plus souvent le cas dans les récentes constructions.

Il résulte de cette statistique que Vienne ne présente à cet égard rien qui mérite d'être particulièrement signalé. On n'y trouve que des halles simples, de dimensions assez modestes. En Angleterre, où le système d'un grand bâtiment unique paraît aussi prédominer, la gare de Saint-Pancras, à Londres, arrive la première avec une portée de 74 mètres et une longueur de 215 mètres. La gare du Nord, à Paris, s'en rapproche avec des dimensions correspondantes de 72 et de 180 mètres. A Berlin, la nef la plus grande est celle du chemin de fer d'Anhalt (60^m 70 sur 167^m 80), mais elle est dépassée par la gare des chemins de fer de Silésie, dont les dimensions sont avec deux halles : 54^m 4 + 37^m 7 = 92^m 10 et 207 mètres.

La halle à voyageurs la plus longue de toute l'Allemagne est celle de Mayence, qui mesure 300 mètres avec une largeur de 42 mètres seulement. Comme grandes gares allemandes, on peut encore citer Dusseldorf : 18^m 30 + 21^m 40 + 21^m 40 + 18^m 30 = 79^m 40 et 67^m 90 ; Munich : 35^m + 35^m + 35^m + 35^m = 140^m et 150 mètres ; et enfin Francfort avec ses trois grandes halles : 56^m + 56^m + 56^m = 168^m de largeur et 186 mètres de longueur. Ce dernier ensemble de bâtiments abrite un faisceau de 18 voies, tandis que les précédentes n'en renferment que 16 et 10.

Nous terminerons en mettant en regard les dimensions de la nouvelle gare Saint-Lazare, à Paris ; la même formule donne pour elle : 56^m + 40^m + 19^m + 46^m + 29^m = 190^m de largeur et 160 mètres de longueur moyenne. C'est donc de beaucoup, aujourd'hui, la plus grande gare à voyageurs de toute l'Europe ; 32 voies y sont rangées parallèlement. La solution est d'autant plus remarquable que cet énorme mouvement de voyageurs se fait, au cœur même de la

capitale, avec les doubles exigences d'un service de grandes lignes et de banlieue.

Statistique de la production de fonte en Allemagne pour l'année 1889.
— L'Association des fabricants allemands de fer et d'acier vient de publier la statistique de la production de la fonte en 1889. La production totale s'élève à 4 387 504 tonnes, se décomposant comme il suit :

	Tonnes.	
Fonte de puddlage	2.047.677	46.0 %
— Bessemer	405.490	9.3 %
— Thomas	1.402.444	32.0 %
— de moulage	531.893	12.1 %
Totaux	4.387.504	100.0 %

On sait que la fonte s'est de plus en plus rarifiée en Allemagne vers la fin de l'année dernière, ce qui s'est traduit par le fait absolument anormal d'achats de fontes faits en France par un pays qui présente d'ordinaire un assez fort excédent de production. On avait pensé un moment que les grèves du printemps en Westphalie, qui ont eu pour conséquence un ralentissement dans la marche des hauts fourneaux, causeraient en fin d'année un déficit par rapport à l'année précédente. Cette cause a bien existé, car la production mensuelle, qui était en avril de 372 742 tonnes, est tombée en mai à 306 299 tonnes et en juin à 330 812 tonnes; après quoi, elle est revenue en juin à 371 467 tonnes, chiffre à peu près identique à celui des mois précédents. La production totale de l'année 1889 n'en a pas moins dépassé d'au moins 150 000 tonnes le chiffre de l'année 1888. La rareté de la matière première indispensable à la fabrication du fer et de l'acier tient donc uniquement à l'activité extraordinaire dont ont bénéficié en 1889 les forges et les laminoirs de l'empire allemand.

Il est un fait bien digne d'attirer l'attention : c'est que la fonte Bessemer acide ne représente plus que 9,3 % de la production totale, tandis que la fonte Thomas, encore en augmentation de 2,5 % sur l'année 1888, arrive au chiffre de 32 %.

Il n'est pas non plus sans intérêt de constater comment la production totale se répartit entre les diverses provinces de l'empire allemand. La statistique donne à cet égard les renseignements suivants :

	Tonnes.
Groupe Nord-Ouest (Westphalie et Prusse Rhénane) . .	2.001.053
— Sud-Ouest (Sarre et Moselle)	906.889
— Sud (Bavière, Wurtemberg, Luxembourg, Hesse, Nassau, Alsace)	828.750
— du Centre (province de Thuringe)	21.833
— du Nord (province de Saxe, Brandebourg, Hanovre) . .	148.670
— Est (Silésie)	480.000
Total	4.387.504

On remarquera pour finir que le seul groupe Nord-Ouest représente à lui seul près de la moitié de la production allemande, et que les hauts fourneaux de la France tout entière n'atteignent pas au tonnage qu'il fournit. Les hauts fourneaux de cette région traitent les minerais oolithiques de la Lorraine et du Luxembourg mélangés aux mines manganésifères du Nassau et du pays de Siegen, et fondus avec les cokes du bassin de la Ruhr dont les couches sont exploitées au pied même de ces usines.

Développement du réseau téléphonique de l'empire allemand en 1889.
— Nous avons eu l'occasion de signaler ici même, à diverses reprises, les progrès rapides qu'a faits en Allemagne l'emploi des communications téléphoniques. D'après un travail publié récemment dans le *Uhlands Wochenschrift*, il existait, le 1^{er} octobre 1889, 176 villes possédant ensemble 39 876 téléphones en service, reliés par 57 505 kilomètres de fils. Le nombre des communications échangées par jour était en moyenne, à la même époque, de 584 839.

Le tableau suivant indique les diverses villes reliées actuellement entre elles, avec la distance et le nombre de communications échangées par 12 heures :

	Kilom.	Communications par 12 heures.
Berlin et Hambourg	290	194
Berlin et Brunswick-Hanovre	528	24
Berlin et Magdebourg	177	39
Berlin et Stettin	177	26
Berlin et Halle	165	15
Berlin et Dessau	141	4
Berlin et Leipzig	172	52
Berlin et Breslau	348	86
Berlin et Dresde	232	54
Brême et Bremerhaven	68	249
Breslau et Beuthen (Haute-Silésie)	182	27
Cologne et Bonn	26	363
Francfort-sur-le-Rhin et Manheim	86	110
Hambourg et Lubeck	66	397
Hambourg et Brême	151	45
Hambourg et Kiel	95	30
Kiel et Plensbourg	122	12
Leipzig et Meeran	65	45

En jetant un coup d'œil sur une carte de l'Allemagne, on verra que ce réseau téléphonique se compose de deux parties assez distinctes : 1^o un premier groupe de lignes s'éloignant de la capitale et la mettant en rapport avec les principales villes situées autour d'elle dans un rayon ne dépassant pas 350 kilomètres; 2^o un réseau du littoral faisant communiquer entre eux les principaux ports de la Baltique (Hambourg, Brême, Bremerhaven, Lubeck, Kiel). L'ensemble du service occupe 3 288 employés, dont 478 pour Berlin seulement, et 199 pour Hambourg.

G. BRESSON.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LES ÉTRANGERS EN FRANCE

et les lois restrictives de l'immigration étrangère.

Dans une sphère particulière et restreinte, le grand propriétaire, le grand industriel, l'usiner, qui ont besoin d'un grand nombre de bras, ne trouvant pas une main-d'œuvre indigène suffisante dans le centre plus ou moins important où est installée leur grande culture, leur industrie ou leur usine, sont obligés de faire appel à la main-d'œuvre étrangère à la localité, main-d'œuvre française d'ailleurs, bien souvent. Mais, pour être Français, ces nouveaux venus n'en sont pas moins considérés comme des intrus par les habitants primitifs; l'indigène, le paysan ou l'ouvrier, n'admet pas qu'on introduise ainsi dans son milieu particulier des concurrents nouveaux, qui viennent lui disputer l'ouvrage (que souvent d'ailleurs il refuserait ou auquel il ne pourrait pas suffire), cet ouvrage qu'il voudrait considérer comme une propriété à lui réservée exclusivement. Cet esprit étroit et mesquin, cet exclusivisme, qui se manifeste ainsi dans un canton à l'égard même des habitants immigrés du canton voisin, a une tendance bien plus grande à se montrer quand il s'agit d'une immigration véritablement étrangère, dans une sphère d'application beaucoup plus générale et beaucoup plus vaste; et quand le Français (nous parlons du Français pour étudier de plus près ce qui nous intéresse le plus) voit le travailleur étranger venir chercher sur notre propre sol l'ouvrage qui lui manque dans sa patrie d'origine, il se sent pris d'indignation, et réclame pour lui, et pour lui seul, le marché du travail, comme certains de nos producteurs, de nos fabricants, veulent un protectionnisme qui réserve à notre seule industrie le marché intérieur.

Alors naissent de toutes parts des réclamations contre l'immigration étrangère, et il se fait un mouvement en France, comme, du reste, dans bien des nations étrangères, ainsi que nous le verrons, dans le but d'amener des restrictions à cette immigration, ou du moins, d'après quelques-uns, des mesures qui rendent égale la concurrence entre Français et étrangers, et remplacent par des conditions équitables les conditions qui sont, paraît-il, aujourd'hui éminemment défavorables aux Français.

En somme, ce que l'on cherche, ou du moins ce que l'on croit poursuivre dans cette voie, c'est, comme l'a dit une proposition de loi à laquelle nous nous référons tout à l'heure, c'est la *protection du travail national*. Et c'est pour cela surtout, que cette question de la situation des étrangers en France peut intéresser les lecteurs du *Génie Civil*. Assurément, dans certaines des mesures qu'on a prises au sujet des étrangers, on a été guidé par ce sentiment, tout naturel, d'assimiler à tous points de vue aux Français, ceux qui habitent en France, qui jouissent de tous les avantages de ce séjour et qui se considèrent eux-mêmes comme Français; et on a compris que c'était là un excellent élément d'augmentation pour notre population, qui s'accroît dans de si faibles proportions. Mais il faut bien reconnaître qu'on a voulu donner une satisfaction relative à ceux qui veulent gêner ou arrêter même la concurrence que fait l'ouvrier étranger, immigré d'une façon temporaire ou définitive, à l'ouvrier français. La satisfaction n'a été que bien relative, l'effet des mesures prises ne peut être que bien faible, et c'est pourquoi nous pourrions tout à l'heure passer en revue une série de mesures proposées, autrement énergiques, au moins en apparence réservant d'ailleurs notre opinion, en ce qui concerne l'effet réel et durable qu'elles pourraient produire (1).

Mais, en somme, nous en avons assez dit pour prouver l'intérêt de cette question de l'immigration et de la concurrence des étrangers en France; nous pouvons l'aborder et la traiter au point de vue statistique pur, pour étudier ensuite les mesures qu'on a prises ou celles que quelques-uns voudraient voir prendre, pour modifier les conditions d'existence de cette population étrangère.

(1) Voici un exemple qui prouve bien, comme d'ailleurs certains articles de lois, que la question se pose de la même façon à l'étranger. On procède en ce moment, à Chicago, à l'élection de membres d'une Commission pour la création d'un canal du lac Michigan au bassin du Mississippi, et les candidats font valoir aux yeux des électeurs l'engagement qu'ils prennent de n'admettre aux travaux du futur canal que des citoyens américains.

dans la constitution de la population étrangère résidant en France, nous citerons encore 11 980 Russes et 2 423 Scandinaves.

Comme nous l'avons dit plus haut, l'immigration étrangère est tout à fait inégalement répartie sur le sol de la France, se manifestant surtout abondante dans les départements frontières, et dans le département où tout afflue, la Seine. Si donc l'on trouve des départements présentant un nombre fort restreint d'étrangers, comme les départements du Centre en général, la Creuse, la Corrèze, aussi les Landes, et enfin la Vendée et les départements bretons, par contre, il est certains départements où la proportion des étrangers est extraordinairement élevée.

Suivant une remarque déjà faite, les départements renfermant le plus grand nombre d'étrangers sont précisément ceux de notre frontière de terre et aussi ceux qui sont baignés par la Méditerranée. C'est ainsi que le département des Alpes-Maritimes, qui réunit en lui ces deux situations, tient la tête des départements où la colonie étrangère a le plus d'importance ; la population étrangère y est, en effet, de 19,10 % de la population totale, se comptant par plus de 45 000 âmes. En ce qui concerne la proportion, le Nord ne vient qu'en seconde ligne, avec une proportion de 18,29 %, et un chiffre de 306 000 étrangers. Nous retournons ensuite sur les bords de la Médi-

c'est-à-dire dans toutes les régions industrielles ou agricoles (où d'ailleurs, comme nous le disions tout à l'heure, le manque de bras se fait souvent sentir). C'est pourquoi le Nord, avec ses grandes industries de toutes sortes, ses grandes exploitations houillères, a tout naturellement attiré un contingent considérable d'immigrants étrangers, 305 000 au total, parmi lesquels on compte 298 000 Belges, qui ont eu toute facilité pour pénétrer dans ce département, voisin, d'ailleurs, de leur pays d'origine, et où ils ont trouvé pour ainsi dire leur langue propre, qu'il s'agisse du français même ou du patois, du flamand. C'est encore à la grande industrie que l'on doit l'important contingent étranger qu'on rencontre dans l'Oise et dans le Pas-de-Calais : les étrangers, en effet, trouvent un emploi à leurs bras dans la culture de la betterave et dans l'industrie sucrière.

Dans le nord-est proprement dit, Meurthe-et-Moselle, Belfort, Meuse, Marne, ce sont les Allemands qui dominent : on les rencontre surtout dans les carrières et les exploitations agricoles.

Enfin, pour les Italiens, qui, comme nous le verrons, ont la spécialité des terrassements, ils occupent surtout les départements du sud-est ; Marseille à elle seule, en compte 50 000 dans ses docks, ses huileries et ses savonneries.

Cependant on a mis en doute (notamment dans un rapport que

Mouvement de la Population étrangère de 1851 à 1886

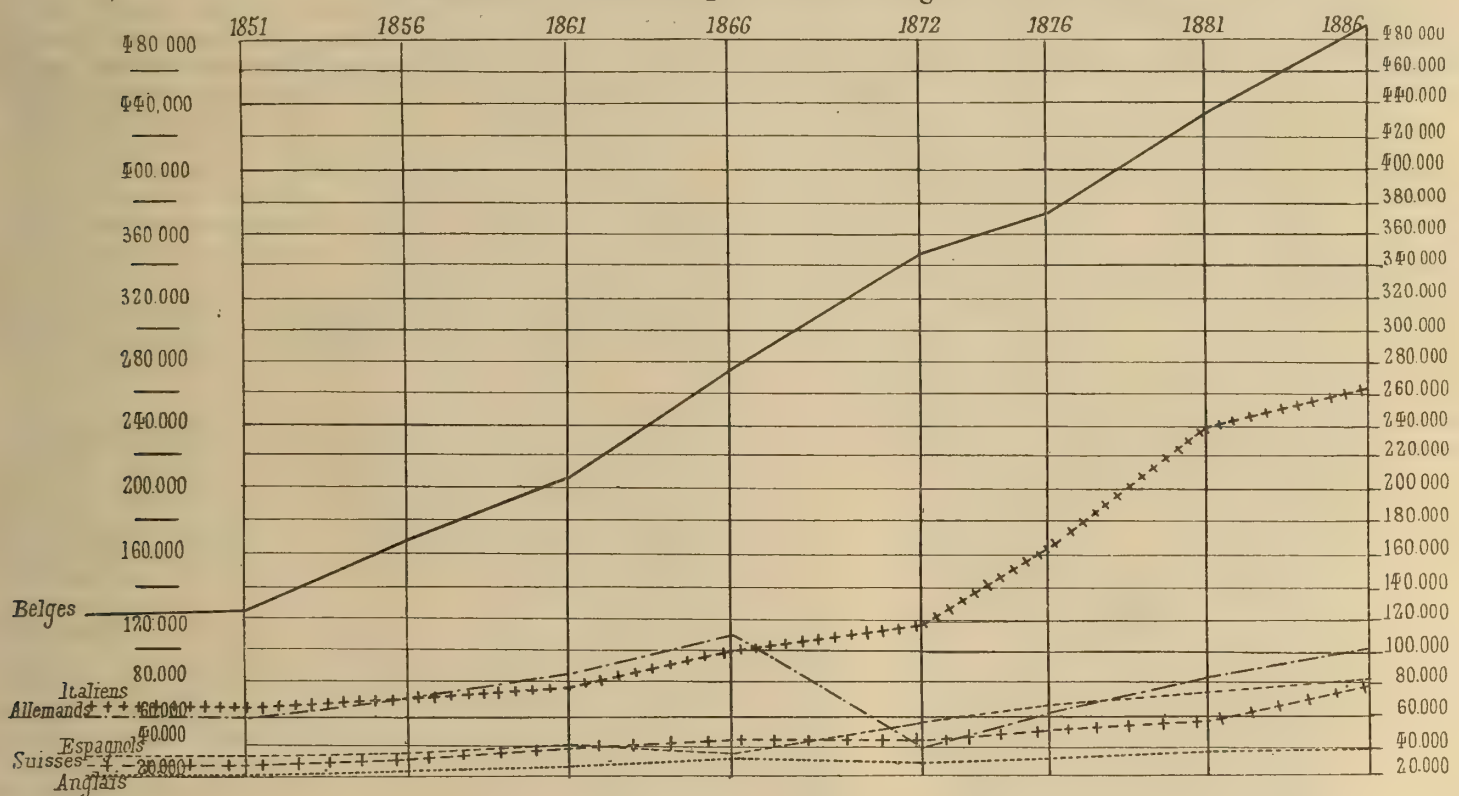


Fig. 2. — Diagramme relatif au mouvement de la population étrangère en France.

terranée pour trouver le département qui vient en troisième ligne : ce sont les Bouches-du-Rhône, où la population étrangère, au nombre de plus de 77 000, représente les 12,85 % de l'ensemble. Dans les Ardennes (toujours nous sommes sur la frontière) la proportion des étrangers est encore de 11,31 % ; proportion qui est à peu près la même dans le territoire de Belfort, 10,49 %. Dans le Var, elle atteint encore 8,71 ; elle est de 7,61 dans Meurthe-et-Moselle. Dans le département de la Seine, on compte 213 000 étrangers, ce qui représente une proportion de 7,19 %. Enfin, la proportion dépasse encore 6 % dans la Corse ; et sur la frontière d'Espagne, on constate une proportion de 5,11 % dans les Pyrénées-Orientales et de 4,56 % dans les Basses-Pyrénées.

Nous pourrions encore constater que cette proportion oscille aux environs de 3 % dans l'Oise et la Marne, les Hautes-Alpes, la Seine-et-Oise, les Basses-Alpes, la Meuse, l'Aude, la Haute-Savoie ; puis elle se maintient à peu près à 2,5 % pour la Seine-et-Marne, l'Hérault et le Rhône. Depuis 1881, l'accroissement total que nous avons constaté en relevant plus haut les chiffres fournis par les divers recensements successifs, s'est réparti principalement sur les départements qui comptaient déjà le plus grand nombre d'étrangers : c'est ainsi qu'il faut citer à ce point de vue et en première ligne le territoire de Belfort, puis la Meurthe-et-Moselle, la Corse, les Basses-Alpes, les Vosges, les Ardennes et le Nord.

L'étranger, pressé par la dure nécessité, chassé de chez lui par l'accroissement général de la population qui se fait sentir chez les peuples qui sont nos voisins du nord-est et du sud-est, immigré dans toutes les régions de la France où il peut trouver à employer son activité,

nous citerons plus loin) l'exactitude absolue des chiffres donnés par les recensements ; on a dit (et peut-être avec quelque raison) que les recensements ne peuvent pas saisir les étrangers ne venant en France que pour faire une campagne industrielle, allant et venant entre la France et leur pays ; on a cité comme exemple la Savoie, qui, d'après les renseignements fournis par ceux-là mêmes qui connaissent le mieux le pays, renferme un grand nombre de travailleurs italiens, du moins à certaines époques, et qui n'en présente qu'une assez faible proportion d'après les relevés officiels. Il y a évidemment une masse d'ouvriers agricoles : c'est le cas des Belges dans le Nord, des Lucquois en Corse, qui ne viennent que pour une saison. Nous pourrions aussi invoquer une autorité, M. Elisée Reclus, qui considère que l'émigration italienne en France monte à 500 000 personnes, dont 400 000 ouvriers ; les relevés officiels, cependant, ne constatent la présence que de 264 000 Italiens. Peut-être alors pourrait-on en tirer la conclusion légitime que les chiffres des recensements sont sensiblement au-dessous de la vérité.

Au reste, le rapport auquel nous avons fait allusion (Rapport de M. Pradon) fait une remarque parfaitement juste. Puisque l'on se place ici au point de vue spécial de la concurrence que peut faire l'immigration étrangère au travail national, il faut constater quelle peut être la force productive de cette immigration, c'est-à-dire qu'il ne faut pas s'arrêter au chiffre total en lui-même, mais chercher quelle peut être la proportion des hommes adultes dans ce total, des travailleurs proprement dits ; car c'est seulement ainsi qu'on pourra comparer l'immigration étrangère avec la population adulte des travailleurs français. Cette sorte de renseignement est précisément fournie, du

moins en partie, par les statistiques qui ont distingué les deux sexes dans la population étrangère recensée en France. En mettant à part les nationalités allemande et anglaise, où le sexe féminin est plus nombreux que le sexe masculin, beaucoup d'Allemandes ou d'Anglaises étant employées comme domestiques, institutrices ou gouvernantes, on constate pour toutes les autres nationalités une proportion beaucoup plus considérable d'hommes que de femmes : c'est ainsi que, pour l'immigration italienne, on constate la présence de 160 hommes pour 100 femmes ; la proportion est de 129 % pour les Espagnols, de 133 pour les Suisses, enfin de 140 pour les Belges, les Hollandais et les Luxembourgeois. Cette situation résulte de ce qu'une grande partie des étrangers viennent en France pour y travailler, non point pour s'y installer, avec esprit de retour dans leur mère patrie, et dans le but d'y retourner près de leur famille en emportant les économies fruit de leur travail.

Dans ces conditions, on peut évaluer qu'il y a environ 600 000 à 700 000 étrangers adultes en France, d'après les chiffres des recensements officiels ; et comme, d'après ce que nous avons dit plus haut des chiffres fournis par M. E. Reclus sur l'immigration italienne, on peut s'estimer en droit de doubler les chiffres officiels, il est permis de croire à la présence de 1 000 000 d'étrangers adultes en France. C'est du reste l'estimation à laquelle semble être arrivé M. Pradon. Enfin, comme les renseignements statistiques sur la population française permettent d'évaluer le chiffre des adultes mâles français à 14 millions environ, on arrive à cette constatation qu'il y a en France un étranger adulte pour quatorze Français adultes environ.

On a tenté, chose bien difficile, d'évaluer quels pouvaient être les salaires de cette masse d'étrangers, et quelle somme ils peuvent emporter de France quand ils retournent dans leur patrie. Nous ne nous aventurerons point sur ce terrain ; nous nous contenterons de faire remarquer que dans cet ensemble d'immigrants, la totalité, pour ainsi dire, vient pour chercher du travail d'une façon ou de l'autre : en effet, à Paris même, rendez-vous cependant de tous les étrangers vivant de leurs rentes qui viennent pour les dépenser, sur les 180 000 étrangers que l'on y compte, on n'en trouve que 16 000 vivant de leurs rentes ou des rentes d'un autre, puisque ce chiffre de 16 000 comprend aussi les domestiques. Les Allemands, les Belges, les Suisses, les Italiens, qui constituent de beaucoup la plus grosse part de l'immigration étrangère, sont presque tous pauvres et ouvriers.

Aussi bien nous nous arrêtons là, en ce qui concerne la statistique pure, pour aborder maintenant l'autre partie du sujet, constater quels reproches divers on a faits et l'on fait à ces immigrants, quelles mesures on a prises à leur égard, quelles autres on voudrait voir prendre contre eux, et, enfin, quel peut être l'intérêt de la question.

(A suivre.)

DANIEL BELLET.

CONGRÈS

CONGRÈS INTERNATIONAL de l'utilisation des eaux fluviales.

Le compte rendu détaillé des travaux du Congrès international de l'utilisation des eaux fluviales, qui s'est tenu à Paris au mois de juillet 1889, a été publié par les soins du Comité d'organisation (1). Nous nous bornerons à donner ici quelques brèves indications sur les principales questions traitées.

Plusieurs rapports rédigés par des membres du Congrès, et distribués avant l'ouverture, ont servi de point de départ à la discussion générale qui a eu lieu pendant les séances.

La 1^{re} section du Congrès s'est occupée des questions concernant l'utilisation industrielle et agricole des eaux ; la 2^e section a examiné les questions techniques se rapportant à la navigation intérieure.

Les séances de la 1^{re} section ont commencé par la discussion de la question suivante :

Quel est l'avenir des canaux d'irrigation ?

M. de Llaurado, Ingénieur en chef du district forestier de Madrid, résume son rapport, où il traite cette question spécialement au point de vue de la détermination des entités sociales qui doivent construire les canaux d'irrigation, les conserver et les rendre féconds pour l'accroissement de la richesse publique.

Il constate qu'en Espagne la plupart des entreprises d'irrigation faites par des Sociétés ont donné des résultats financiers déplorables pour les actionnaires, dans les régions où la population est clairsemée et où les paysans, asservis à la culture traditionnelle, n'ont pas adopté les procédés perfectionnés de production, au moyen d'engrais nouveaux et par un assolement plus convenable.

« Le premier écueil contre lequel vient se briser toute entreprise d'irrigation est la lenteur avec laquelle l'agriculture se transforme dans la contrée nouvellement irriguée. Si l'on admet que l'eau est offerte à assez bas prix pour exciter le cultivateur à introduire l'arrosage sur ses terres, il faut encore qu'il ait à sa disposition, ou qu'il

puisse emprunter à des conditions avantageuses, le capital nécessaire pour opérer ces diverses transformations. »

Au contraire, dans les régions où la culture a le caractère intensif, on a obtenu des bénéfices rémunérateurs. Ainsi, pour la célèbre *huerta* de Murcie, vrai jardin entouré de montagnes nues et stériles, l'emploi de l'eau en abondance a donné des résultats merveilleux, et l'agriculture y a pris un caractère industriel.

Dans la région de Valence, l'hectare d'orangers vaut 38 000 francs, et on y élève l'eau d'une hauteur de 40 mètres, à l'aide de machines à vapeur.

L'auteur conclut en disant que si certains travaux importants d'irrigation nécessitant de grands canaux et de grands réservoirs seraient des travaux ruineux pour des entreprises particulières, l'Etat aurait souvent intérêt à prendre les travaux à sa charge, lorsque l'intérêt général y est engagé. L'utilité qu'il y a à mettre en valeur les ressources hydrologiques d'un pays pour développer la richesse nationale est incontestable, et le Trésor public profite bientôt, par l'accroissement de l'impôt, de l'augmentation de cette richesse.

M. Cotard, membre du Comité supérieur de l'agriculture, a présenté, dans son rapport sur cette même question, un ensemble de données précises et de documents nombreux qui permettent « de penser que la prospérité de la plupart des territoires sera attachée à l'utilisation de plus en plus complète des eaux dont ils disposent ».

En ce qui concerne plus particulièrement la France, nous trouvons dans le compte rendu des travaux de la Commission supérieure pour l'aménagement et l'utilisation des eaux, publié en 1879, par les soins du Ministère des Travaux publics, « que l'irrigation procure, en moyenne, un accroissement de revenu net d'au moins 200 francs par hectare, déduction faite de toutes charges résultant de l'arrosage ». Aussi, l'opinion d'après laquelle les irrigations ne devraient pas être considérées comme des œuvres d'utilité publique, mais bien comme des entreprises privées et purement locales, qui doivent être exécutées par les intéressés sans avoir à demander aucun concours à l'Etat, voit-elle diminuer de jour en jour le nombre de ses partisans. Ainsi que le dit justement M. Cotard : « Après l'œuvre immense du perfectionnement et du développement des voies de transport et de communication..., ne convient-il pas de se retourner aujourd'hui vers l'unique source de toute richesse, vers le sol, pour augmenter sa fécondité et mettre, en même temps, chaque territoire en mesure de lutter plus efficacement dans les nouvelles conditions que lui crée la concurrence d'un marché plus étendu ; et, à cet effet, ne faut-il pas chercher à tirer parti de tous les éléments naturels et notamment des eaux dont on peut disposer ? »

Il faut donc poursuivre résolument le développement des canaux d'irrigation pour obtenir un accroissement notable de production du sol, en tirant un meilleur parti des eaux qui sont l'élément indispensable et le plus fécond de toute amélioration agricole.

Aux Etats-Unis, dans la courte période de 15 années comprise de 1870 à 1885, on a créé plus de 12 000 milles de canaux principaux et 120 000 milles de canaux secondaires, irriguant une superficie d'un million d'hectares, et on a consacré à cette œuvre des centaines de millions de dollars.

L'aménagement des cours d'eau au point de vue agricole et industriel a fait l'objet de deux rapports. Celui de M. Victor Fournié, Inspecteur général des ponts et chaussées, divise l'ensemble des terres ouvertes à l'activité de l'homme sur notre globe, en trois grandes régions :

1^o La région *équatoriale*, soumise aux vents alisés et au régime des fortes pluies périodiques ; on peut la limiter entre les parallèles de 20 degrés sud et 20 degrés nord, comprenant 43 700 000 kilomètres carrés ; 2^o la région *intermédiaire*, soumise au régime des pluies faibles et irrégulières, est délimitée dans chacun des deux hémisphères par les parallèles de 20 et de 40° ; elle comprend 45 800 000 kilomètres carrés ; 3^o la région *tempérée*, à vents variables et à pluies moyennes, qui occupe dans les deux hémisphères les latitudes comprises entre 40° et 55° à 60° ; elle comprend environ 25 500 000 kilomètres carrés.

Au point de vue de l'adaptation du sol et des forces naturelles au service des agglomérations humaines, la région *intermédiaire* a une importance capitale, et l'on peut dire que les grandes et fructueuses entreprises fondées sur l'utilisation des eaux fluviales seront longtemps concentrées sur cette région, où l'eau est rare et précieuse et où le soleil donne de la chaleur en abondance.

Des entreprises analogues sont possibles dans la région *tempérée* ; mais elles demandent une étude préalable très complète. Le véritable problème à résoudre consiste à adopter, dans chaque bassin, un aménagement d'ensemble avec les ressources de l'industrie actuelle ; mais aussi avec les sujétions de la rémunération des capitaux et de la concurrence des produits agricoles qui en nivelle la valeur sur les marchés du monde entier.

Dans la région *équatoriale*, il n'y a jamais eu, sauf exceptions locales, qu'une densité médiocre de population, et les fleuves y sont restés à l'état naturel, sans adaptation à l'agriculture ni à l'industrie. Il ne paraît pas que cette situation doive se modifier sensiblement d'ici à plusieurs siècles.

Le rapport de M. Barois, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, est plus spécialement consacré au système de l'aménagement des eaux du Nil.

Ces eaux sont employées de deux façons : pour des submersions et pour l'irrigation.

Cet aménagement est « remarquable sous le rapport tant des grandes dérivations qu'il comporte et des ouvrages importants qu'il a conduit à établir, que de la bonne utilisation, à peu près aussi complète que possible, du débit d'étiage. Déjà même, de divers côtés, on

(1) Ce Comité avait constitué son bureau de la manière suivante : *Président* : M. Guillemin ; *Vice-Présidents* : MM. Cotard, Jacquet ; *Secrétaires* : MM. Beaurin-Gressier, Flauant.

se préoccupe, pour étendre la culture par irrigation, plus riche que la culture par inondation, et pour fertiliser des terres à conquérir sur le désert, d'augmenter le volume des basses eaux du Nil, en emmagasinant dans de grands réservoirs le superflu de l'eau des crues. »

En Egypte, c'est le Gouvernement qui dirige, par ses agents, tout ce qui se rapporte à l'aménagement des eaux et à leur distribution. Du reste, dans tous les pays où la nécessité d'utiliser aussi complètement que possible les cours d'eau pour l'agriculture et l'industrie s'impose, et où les travaux d'aménagement sont très importants et réclament l'emploi de grands capitaux, c'est l'Etat qui devrait intervenir directement pour la mise en valeur de ces eaux, qui sont une des parties les plus intéressantes du domaine public.

Citons aussi les rapports de M. G. Rolland, Ingénieur des mines, sur l'utilisation des eaux artésiennes du bas Sahara algérien (1); de M. Bechman, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, sur le meilleur mode de livraison de l'eau à domicile; de M. W.-H. Lindley, Ingénieur en chef des travaux municipaux de Francfort-sur-le-Mein, sur l'usage des eaux de rivière pour les distributions d'eau; de M. J.-A.-E. Musquetier, Ingénieur du Waterstaat, à Utrecht, sur l'emploi des eaux filtrées par le sable des dunes, des bruyères, et des terrains sablonneux, pour l'alimentation des villes dans les Pays-Bas.

Parmi les rapports mis en discussion dans les séances de la 2^e section du Congrès, mentionnons d'abord celui de M. Jacquet, Inspecteur général des Ponts et Chaussées sur l'amélioration des rivières navigables à fond mobile, dont la conclusion est que cette amélioration ne peut s'obtenir que « par un ensemble de travaux ayant pour objet non seulement la constitution des rives d'un lit mineur, mais aussi la régularisation et la fixation du fond de ce lit. » C'est ce qui a été fait en Allemagne pour l'Elbe, l'Oder, la Vistule, le Rhin; et en France pour le Rhône.

Le rapport de M. L.-F. Vernon-Harcourt, membre de l'Institut des Ingénieurs civils de Londres, sur la *Canalisation des rivières et les divers systèmes de barrages mobiles* se termine par des conclusions générales, parmi lesquelles nous relevons les suivantes : « 1^o l'amélioration des voies fluviales dans l'ensemble d'un pays ne peut être entreprise sur une large échelle que sous le contrôle de l'Etat; 2^o les voies fluviales ne devant pas être considérées comme d'utilité publique au même titre que les chemins ordinaires, les considérations de bénéfices directs ou indirects doivent avoir leur influence sur les projets d'amélioration ou d'extension de la canalisation des fleuves, et les provinces directement intéressées à ces travaux devraient partager les dépenses avec l'Etat ».

M. Pavie, Ingénieur des Ponts et Chaussées, constate dans son rapport que l'histoire de la canalisation des rivières se confond avec celle des barrages mobiles et des divers perfectionnements qu'on y a apportés, et que cette canalisation ne comporte plus aujourd'hui d'autre incertitude « que celle inhérente à toutes les entreprises, la difficulté de proportionner l'effort au résultat et la dépense à l'utilité. »

Enfin mentionnons les rapports de M. Derome, Ingénieur des Ponts et Chaussées, sur « les meilleurs modes de locomotion des bateaux sur les canaux et les rivières canalisées assimilables aux canaux; de M. Dufourny, Ingénieur principal des Ponts et Chaussées, à Bruxelles, sur « quelques données et résultats pratiques sur les ascenseurs belges »; de M. G. Cadart, Ingénieur des Ponts et Chaussées, sur « les élévateurs et plans inclinés pour bateaux », qui conclut en disant : « Parmi tous les appareils proposés pour faire franchir de grandes chutes aux bateaux sur les canaux de navigation, les ascenseurs hydrauliques doivent être particulièrement recommandés, lorsque les circonstances locales permettent d'adopter indistinctement tous les systèmes ».

En outre des questions discutées dans les séances du Congrès, il y a lieu de citer aussi les conférences suivantes :

1^o M. Beaurin-Gressier, chef de la Division de la navigation au Ministère des Travaux publics, sur « les droits individuels et collectifs sur les eaux courantes ». L'auteur, après avoir d'abord montré la place qu'occupent les eaux dans l'équilibre général de l'univers et plus spécialement de tout bassin hydrographique, les divers aspects sous lesquels les eaux intérieures et les eaux courantes notamment se présentent à l'homme, examine ensuite quels sont les modes d'action auxquels l'homme a recours pour tirer des eaux les avantages qu'elles comportent, ou se protéger contre les dommages qu'elles peuvent lui occasionner, et dans quelles conditions pourra être exercée cette action pour n'apporter aucun trouble dans l'équilibre matériel et dans l'équilibre social. Il recherche enfin à qui, suivant les circonstances, devra être attribuée la faculté d'exercer cette action, et les limites apportées à cette attribution;

2^o M. le général Tchong-ki-Tong, attaché militaire à la légation impériale de Chine à Paris, sur « l'utilisation des eaux en Chine »;

3^o M. Caméré, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, sur « l'histoire des améliorations successives de la navigation de la Seine ».

R. GENTILINI.

CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

3^e session : PARIS, 14-23 SEPTEMBRE 1889.

Le *Génie Civil* (2) a déjà parlé de la réunion, à Paris, de la 3^e session du Congrès international des chemins de fer. La publication d'un compte rendu sommaire des travaux de cette session, nous permet

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XI, n^o 8, p. 134; n^o 22, p. 357, et n^o 23, p. 379.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n^o 20, p. 465; n^o 21, p. 503 et n^o 22, p. 538.

aujourd'hui de compléter ces renseignements; nous donnons ci-après le résumé des conclusions de l'assemblée plénière au sujet de chacune des questions soumises aux délibérations des cinq sections.

PREMIÈRE SECTION. — VOIES ET TRAVAUX DE LA VOIE

QUESTION I. — Qualités d'aciers des rails et des accessoires de la voie.

A. — « Résultats acquis par l'emploi de métal de qualités différentes pour les rails et les accessoires de la voie; chercher à déterminer dans chaque cas celle à laquelle il faut donner la préférence. »

Rapporteur : M. Bricka, Ingénieur en chef de la voie aux chemins de fer de l'Etat français.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — On doit préférer pour la fabrication des rails l'acier le plus dur, à la condition qu'il soit de bonne qualité et à peu près entièrement exempt de phosphore.

Le degré de dureté qu'il est possible d'obtenir, sans que la qualité en soit altérée, dépend du mode de fabrication et de la nature du minerai employé.

Pour les accessoires de la voie, l'emploi de l'acier tend à se répandre de plus en plus; on préfère d'une manière générale l'acier de dureté moyenne pour les éclisses et l'acier doux ou le fer fondu pour les tire-fonds et les boulons.

B. — « Lois qui régissent l'usure des rails d'acier. »

Rapporteur : M. De Busschere, Ingénieur en chef de la voie au chemin de fer de l'Etat belge.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée constate que les données recueillies sur l'usure de rails ne peuvent servir à déterminer leur durée; l'expérience montre, en effet, que la plupart périssent non par l'usure normale, mais par les usures anormales et les détériorations accidentelles. Il y a donc intérêt à connaître quelle est, dans des conditions données, la proportion de rails mis hors de service à la suite du passage d'un nombre déterminé de trains ou de tonnes, et à pouvoir comparer les divers résultats obtenus, en tenant compte de la qualité du métal et du profil des rails. Il convient, d'ailleurs, de remarquer que l'emploi des sections d'épreuves pourrait conduire pour les recherches de cette nature à des résultats inexacts; il est de beaucoup préférable de recueillir les renseignements relatifs aux rails retirés des voies pour une cause quelconque sur l'ensemble de chaque réseau.

Dans cet ordre d'idées, l'Assemblée adopte le formulaire suivant :
 Relevé des rails mis hors de service pour une cause quelconque;
 Désignation de la section considérée;
 Déclivité maximum et rayon minimum de la section;
 Provenance des rails;
 Mode de fabrication;
 Résistance par millimètre carré;
 Allongement (sur 200 millimètres) et contraction de la section de rupture;
 Profil du rail (Vignole ou double champignon);
 Poids par mètre courant;
 Module d'inertie (I/h);
 Importance du trafic de 0 à 50 000 tonnes, de 50 000 à 100 000 tonnes; puis de 100 000 en 100 000 tonnes;
 Charge maximum des essieux;
 Age moyen des voies;
 Nombre des rails retirés par suite de rupture;
 — par suite de fente longitudinale;
 — pour toute autre cause.

NOTA. — Les renseignements à fournir comprendront la *totalité* des rails mis hors de service sur chaque réseau.

La division en sections sera faite par chaque administration, de manière à séparer autant que possible, pour chaque type de rail, les sections comprenant des rails dont la provenance et surtout le mode de fabrication diffèrent et celles qui correspondent aux diverses importances du trafic indiqué.

1 Module d'inertie.

h Hauteur de la fibre la plus fatiguée au-dessus de l'axe neutre.

Les renseignements doivent être accompagnés de croquis donnant le profil du champignon; l'usure doit être mesurée dans une section à égale distance des deux joints consécutifs, c'est-à-dire au milieu de la longueur lorsque les joints des deux files sont concordants, au quart de la longueur lorsque les joints sont croisés.

QUESTION II. — Moyens d'attache des rails aux traverses et des rails entre eux.

A. — « Quels avantages et quels inconvénients l'emploi des voies avec rails à coussinets et celui des voies avec rails à large base offrent-ils respectivement : »

1^o Pour les lignes à fort trafic, parcourues par de nombreux express;

2^o Pour les lignes à mouvement ordinaire? »

Rapporteurs : MM. Bemelmans, Ingénieur en chef, inspecteur de direction au chemin de fer de l'Etat belge, et Bruneel, Ingénieur au chemin de fer de l'Etat belge.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée estime que les voies à coussinets et les voies Vignole fortement constituées offrent toute garantie au point de vue de la sécurité de l'exploitation. Toutefois, la voie lourde, à coussinets, à large base, semble devoir être plus spécialement la voie des lignes parcourues par des trains nombreux et lourds, circulant à de très grandes vitesses.

Elle serait avantageuse encore pour les lignes à sinuosités très accentuées. La voie Vignole qui, débarrassée des compléments indispensables pour les lignes à grandes vitesses, est plus économique de premier établissement que la voie à coussinets, peut être préférée pour les lignes à trafic moins lourd et surtout à trains moins rapides.

Toutefois, en cette matière, comme en beaucoup d'autres concernant l'exploitation des voies ferrées, il est difficile de poser des règles qui soient d'application générale et, en dehors des considérations intrinsèques inhérentes à chaque système de voie, il faut tenir compte des circonstances spéciales propres au réseau envisagé.

La vitesse plus ou moins grande des trains, l'intensité du trafic, la régularité du tracé, le développement relatif des lignes à grand trafic et des lignes secondaires, la facilité du remploi dans celles-ci des matériaux provenant des premières, la valeur des éléments constitutifs et notamment des billes en bois tendres ou en bois durs, les conditions climatiques même, sont autant de considérations qui peuvent influencer la décision à prendre dans chaque cas particulier.

B. — « Quels sont les meilleurs modes de fixer les rails Vignole aux traverses en bois? Exposer, notamment, avec faits à l'appui, les avantages et les inconvénients : 1^o des tire-fonds, 2^o des crampons. »

Rapporteur : M. Hohenegger, directeur de la construction du chemin de fer Nord-Ouest autrichien.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée, après avoir pris

connaissance des avis exprimés par 61 administrations de chemins de fer, en a dégagé ainsi qu'il suit l'opinion de la majorité.

a. La proposition de 90 : 100 entre la largeur du patin du rail et la hauteur des rails Vignole sur traverses en bois est jugée favorable pour le mode d'attache ordinaire.

b. Les plaques d'appui en acier d'une épaisseur suffisante, à trois trous au moins et à rebords, augmentent très réellement la stabilité de la superstructure.

c. Le forage à l'avance des traverses est recommandé même pour les crampons en forme de coins.

d. A l'intérieur des rails, les tire-fonds présentent plus de résistance.

L'Assemblée a néanmoins constaté, en ce qui concerne les plaques d'appui en acier, que plusieurs administrations s'étaient toujours abstenues d'en faire usage, et que d'autres les avaient supprimées, même sur des lignes parcourues par des trains très chargés et à grande vitesse, sans constater une réduction de la stabilité de la voie.

En ce qui concerne les crampons et les tire-fonds, l'Assemblée fait remarquer que l'emploi simultané des deux modes d'attache est susceptible de donner lieu, dans la pratique, à des difficultés telles que la complication des approvisionnements et des outillages de la voie; elle estime, en outre, que le choix entre les deux modes peut être déterminé par des circonstances particulières telles que les conditions climatiques de la région et la nature des bois employés pour traverses (crampons généralement préférables pour les pays froids et les bois tendres, tire-fonds se fixant mieux dans les traverses en bois dur).

L'Assemblée a, en outre, exprimé le désir que de nombreuses expériences soient entreprises avec des modes d'attache plus forts.

C. — « Quelles sont les dispositions adoptées pour l'écissage des rails et quelles peuvent être les améliorations à y apporter? »

Rapporteur : M. Pieron, Ingénieur de la voie au chemin de fer du Nord français.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — 1° En ce qui concerne la position des joints, les joints à porte-à-faux paraissent préférés d'une façon générale aux joints portés par une traverse.

La largeur du porte-à-faux la plus convenable varie de 60 à 70 centimètres (1).

2° Les joints chevauchés ne sont pas supérieurs aux joints concordants (2).

3° Un bon écissage sera obtenu d'autant plus facilement que l'on aura un meilleur type de rail.

4° Le nombre de boulons destinés à fixer les éclisses aux rails le plus généralement adopté est de quatre.

5° Pour empêcher le desserrage des boulons, il est recommandable de tenir le pas du filet aussi serré que possible.

D. — « Dispositions propres à assurer la stabilité de la voie sur les lignes parcourues par des trains à grande vitesse. »

Rapporteur : M. Michel, Ingénieur en chef du Service de la voie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée a résumé ainsi son opinion.

Rails. — Les administrations de chemins de fer ont une tendance à augmenter le poids des rails et la longueur des barres (3).

Attaches. — Le nombre des attaches du rail sur la traverse est porté à trois ou quatre (4).

Eclisses. — Les éclisses sont renforcées et allongées; on leur donne la forme de cornières pour augmenter leur résistance.

Avec le rail à patin, l'éclisse allongée repose sur les traverses voisines du joint (5).

Traverses. — Les administrations de chemins de fer tendent à rapprocher les traverses dans la limite compatible avec les nécessités de l'entretien; l'écartement des traverses de joint est notablement inférieur à celui des traverses intermédiaires (6).

Ballast. — La perméabilité des ballasts est recherchée plus que la quantité, et le remplacement du vieux ballast est poursuivi dans l'entretien de la voie avec le même soin que le remplacement des traverses.

Sous-sol. — Les plates-formes des tranchées sont assainies au moyen de fossés ou de drainages, et la couche de ballast augmentée sous la traverse.

Dans les discussions, des communications intéressantes ont été faites sur les trains à grande vitesse en Angleterre, sur la manière d'attacher les rails aux traverses suivie autrefois par la Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée, sur les rondelles, sur une espèce de boulons qui facilite énormément le desserrage, sur le cheminement des voies Vignole en comparaison des voies à coussinets, sur le surécartement à donner dans les courbes et aux changements de voie, sur le dévers à donner dans les courbes au rail intérieur, qui atteint dans quelques parties du réseau d'Orléans même 21 centimètres et semble donner lieu à des ripages qui atteignent 15 centimètres.

QUESTION III. — Pose de la voie sur les ponts métalliques.

« Pour la pose de la voie sur les ponts métalliques avec interposition de bois, doit-on donner la préférence au système sur longrines ou à celui sur traverses? »

« Quels sont, notamment au point de vue de la sécurité, les avantages et les inconvénients qui résultent de la non-interposition des bois? »

Rapporteur : M. E. Randich, Ingénieur à la Société italienne des chemins de fer méridionaux (Réseau Adriatique).

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — 1° Aucun des deux systèmes de pose avec interposition de bois en usage ne semble présenter des avantages ou des inconvénients de nature à recommander l'adoption exclusive de l'un des deux et par conséquent l'abandon absolu de l'autre, et cela d'autant plus que l'on peut toujours, au moyen de dispositifs rationnels et de systèmes d'attaches suffisamment solides, assurer complètement la stabilité et l'invariabilité de la voie, aussi bien dans les alignements que dans les courbes.

2° Quant à la pose sans interposition de bois, telle qu'elle est le plus communément usitée, c'est-à-dire soit la pose directe du rail sur les longrines du pont, soit la pose avec l'interposition de selles, de plaques ou de coussinets métalliques, il ne semble pas convenable d'en étendre l'emploi hors des cas où ce système s'impose, soit par suite du peu de hauteur disponible, soit pour d'autres raisons impérieuses.

3° Le système de pose sur traverses métalliques semble avoir donné de bons résultats jusqu'à présent. Toutefois, l'usage de ce système de pose est relativement trop récent et encore trop peu étendu pour qu'on puisse formuler une opinion à son égard.

(1) Ces conclusions ne s'appliquent qu'aux voies sur traverses.

(2) Idem.

(3) Idem.

(4) Idem.

(5) Idem.

(6) Idem.

QUESTION IV. — Manœuvre à distance des changements de voie.

« Examen des différents systèmes de manœuvre à distance des appareils de changements de voie. »

Rapporteur : M. Sabouret, Ingénieur du service central de la voie au chemin de fer de Paris à Orléans.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — Le choix entre les systèmes de transmission rigides ou funiculaires dépend le plus souvent des circonstances locales. Toutefois, on peut dire qu'en général pour les distances de 50 mètres et au-dessous, les tringles rigides paraissent préférables; qu'entre 50 et 200 mètres le choix des deux systèmes est commandé par des considérations d'espèce, et qu'au delà de 200 mètres les transmissions funiculaires reprennent l'avantage.

Quant aux transmissions hydrauliques, pneumatiques et électriques, leur emploi est encore trop restreint pour que des conclusions puissent être formulées à leur égard.

QUESTION V (1). — Échange des voitures à voyageurs entre deux voies parallèles.

« Quelles sont les meilleures dispositions à employer pour l'échange rapide des voitures à voyageurs entre deux voies parallèles (plaques, chariots à niveau ou à fosse, aiguilles)? »

Rapporteur : M. Brière, Ingénieur en chef de la voie au chemin de fer français de Paris à Orléans.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'emploi des aiguilles, ainsi que des plaques et des chariots, peut donner dans les différentes circonstances des résultats satisfaisants.

Cependant les Compagnies employant exclusivement l'aiguillage ne songent pas à y substituer les plaques et les chariots. Par suite de l'allongement des voitures, il y a une tendance à substituer le chariot aux plaques et l'obstacle le plus sérieux à cette substitution est la difficulté d'avoir un chariot facilement manœuvrable. Le chariot du chemin de fer P.-L.-M pour voiture à 6^e 50 d'écartement d'essieux paraît donner satisfaction.

QUESTION VI (2). — Ventilation des grands tunnels.

« Conditions pour une bonne ventilation naturelle.

» Ventilation artificielle (moyens pour l'obtenir, dépenses qu'elle occasionne). Ventilation complète du tunnel. Ventilation partielle des chambres de sûreté et des niches. Appareils mobiles pour fournir de l'air au personnel des trains et de la voie. »

Rapporteurs : MM. Candellero, Ingénieur au Service de la voie des chemins de fer italiens de la Méditerranée, et Rocca, Sous-Inspecteur à la Direction générale des chemins de fer italiens de la Méditerranée.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — Il est très utile de se préoccuper, dans l'étude de l'établissement des grands tunnels, et même de certains tunnels placés sur des lignes très fréquentées, comme les lignes métropolitaines, de la question très importante de la ventilation naturelle et artificielle, et cela en raison de la grande difficulté de faire après coup les installations nécessaires à cette ventilation. Dans l'étude du tracé des lignes, il sera toujours très important de s'appliquer à n'avoir que de très faibles rampes dans les tunnels; il est nécessaire aussi de prendre tous les moyens pour éviter ou réduire le plus possible le dégagement nuisible de la fumée, des gaz de la combustion et de la vapeur dans les tunnels, même en ayant recours, dans certains cas spéciaux, à des procédés de traction autres que les locomotives ordinaires.

En même temps, on ne peut qu'encourager la recherche et le perfectionnement d'appareils permettant efficacement au personnel de franchir sans inconvénients le tunnel et d'y séjourner pour le service.

QUESTION VII

Renseignements techniques relatifs aux ponts et voies métalliques.

Examen des formulaires des renseignements techniques à recueillir en vue d'une nouvelle session du Congrès, sur :

A. Les ponts métalliques. — « Description sommaire des principaux types de ponts métalliques; nature et résistance des différents matériaux employés dans leur construction. »

Rapporteur : M. Max von Leber, inspecteur du corps I. et R. de la surveillance générale des chemins de fer, au ministère du commerce de l'Autriche.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée a constaté l'utilité qu'il y aurait à uniformiser les dénominations concernant les ponts métalliques et à établir une nomenclature précise en plusieurs langues. La nomenclature étudiée par le rapporteur n'a provoqué aucune objection.

En ce qui concerne la nature et la résistance des différents matériaux employés pour les ponts métalliques, l'Assemblée a admis les principes suivants :

Le fer fondu (*flusseisen*) doit être employé de préférence pour les ponts métalliques et posséder une résistance à la rupture d'environ 4500 kilogr. par centimètre carré, en donnant un allongement de plus de 22 %, et une limite d'élasticité d'environ 2400 kilogr.; il doit être presque insensible aux effets de la trempe.

Dans ces conditions, avec les calculs de résistance plus exacts dont on dispose actuellement, et pourvu que l'homogénéité soit comparable à celle que l'on obtient dans les premières usines, on peut faire varier le travail admissible de 900 kilogr. à 1200 kilogr. selon la portée. Pour un métal ayant une résistance entre 4000 et 4500 kilogr., donnant un allongement de plus de 24 à 22 % et une limite d'élasticité d'au moins 2000 kilogr., il convient de réduire la limite supérieure à un nombre compris entre 1000 et 1200 kilogr. toujours inférieur à la moitié de la limite d'élasticité.

La limite extrême de 1000 à 1200 kilogr. pour le travail maximum peut, lorsqu'on tient compte des effets du vent, atteindre 1125 à 1350 kilogr. dans les contrées où les ouragans sont rares; là où ceux-ci sont fréquents, il est prudent de s'en tenir aux limites citées ou de ne les majorer que fort peu.

Pour les rivets en fer fondu très doux, ayant une résistance minima de 3600 et 3800 kilogr. et un minimum d'allongement de 30 à 28 %, on peut admettre une limite de travail de 700 kilogr. portée à 1000 kilogr. dans le calcul des efforts faits en tenant compte de l'action du vent.

Pour la résistance des tôles et barres au cisaillement longitudinal, on peut admettre les mêmes coefficients. L'Assemblée déconseille l'emploi de tôles de moins de 8 millimètres que ces calculs justifieraient.

B. Les bris de rails. — « Relevé des bris de rails; emplacement des cassures par rapport aux appuis et à la direction de la marche des trains. »

Rapporteur : M. Bricka, Ingénieur en chef de la voie aux chemins de fer de l'Etat français.

CONCLUSION DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée adopte le formulaire suivant :

(1) Cette question a été discutée dans les 1^{re} et 3^e sections réunies.

(2) Cette question a été discutée dans les 1^{re} et 2^e sections réunies.

Données caractéristiques du métal employé :

Provenance. (Indication de l'usine et du pays où il se trouve.)
 Mode de fabrication. (Bessemer acide, Thomas-Martin acide, Martin basique, acier fondu au creuset, acier sur sole, etc.)
 Composition chimique.
 Résistance par millimètre carré.
 Allongement (sur 20 millimètres) ou contraction.

Données caractéristiques du rail :

Profil (Vignole ou double champignon).
 Poids par mètre courant.
 Moment d'inertie.
 Mode de perçage des trous de boulons (au poinçon ou au foret).
 Encoches dans le patin (indiquer s'il en existe).

Conditions d'établissement de la voie :

Espacement des traverses (1) $\left\{ \begin{array}{l} \text{maximum.} \\ \text{au droit des joints.} \end{array} \right.$

Nature des joints (appuyés ou en porte-à-faux).
 Nature des traverses (bois ou métal).
 Nature des coins employés avec les rails à double champignon (bois ou métal).
 Proportion des ruptures sur lesquelles la qualité du ballast ou la consistance de la plate-forme ont pu influer.
 Age moyen des voies (en années).

Données relatives aux trains et machines :

Importance du trafic (de 0 à 50 000 tonnes, de 50 000 à 100 000, puis de 100 000 en 100 000).
 Vitesse maxima des trains (indiquer la vitesse maxima effective).
 Charge maxima des essieux.

Température :

Nombre de ruptures $\left\{ \begin{array}{l} \text{au-dessus de } 0^{\circ} \text{ centigrade.} \\ \text{au-dessous de } 0^{\circ} \text{ centigrade.} \end{array} \right.$

Proportion du nombre de ruptures par périodes bimensuelles, la première étant celle de décembre-janvier.

Nature des ruptures :

Nombre de ruptures par mille rails :
 Pour une cause connue (dérailements, chute de blocs de rochers, etc.).

Pour une cause inconnue $\left\{ \begin{array}{l} \text{en pleine section.} \\ \text{au droit des trous des boulons} \\ \text{d'éclisses.} \end{array} \right.$

C. L'entretien des voies métalliques. — « Frais d'entretien courant des voies posées respectivement sur traverses métalliques et sur billes en bois. »

Rapporteur : M. Kowalski, Ingénieur du Service central de l'exploitation au chemin de fer de Bône à Guelma.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée adopte le formulaire suivant :

1° Nature des traverses :

a) Bois ; indiquer l'essence, injectée ou non, le poids et les dimensions.
 b) Métalliques ; faire une description sommaire du système, nature du métal, poids et dimensions du corps de la traverse, poids des attaches, conditions de résistance du métal.

2° Longueur de la section considérée et nombre de traverses en œuvre.**3° Conditions dans lesquelles les traverses ont été placées :**

a) Nature du sous-sol, degré d'humidité ou de sécheresse.
 b) Climat (pluvieux, sec, alternatives de grandes pluies et de grandes chaleurs, alternatives de gelée et de dégel, neiges abondantes).
 c) Profil de la ligne, remblais (grands ou petits), tranchées (faibles ou profondes), âge et nature des terrassements. Y a-t-il eu des travaux d'assainissement (drains ou perrées) ? Alignements droits ou courbes (rayon des courbes), déclivités.
 d) Poids et nature des rails, espacement des traverses.
 e) Nature du ballast (pierres cassées à l'anseau de..., gravier, sable pur, sable argileux, ou terreux, terre).
 f) Nature du trafic sur la section, nombre, vitesse et charge des trains, poids et empatement des locomotives.

4° Age de la voie au moment du commencement de l'expérience.**5° Dépenses d'entretien pendant les années 188.**

188.

188.

[Rapporter les dépenses au kilomètre annuel. Les chiffres indiqués ne comprendront que les dépenses relatives à la voie proprement dite (bourrage, relevage, dressage, resserrage des attaches).]

6° Indiquer les détériorations constatées dans les traverses et leurs causes : insuffisance de poids, d'épaisseur ou de profil, défauts de nature du métal, ou dans la fabrication, ou dans les attaches, etc.**7° Indiquer les résultats de l'expérience au point de vue de l'élasticité de la voie, de la commodité des voyageurs, de la conservation ou de l'usure du matériel roulant.****8° Observations générales.**

(A suivre.)

NÉCROLOGIE

DAVID BANDÉRALI

L'Ingénieur distingué qui vient de s'éteindre, appartenait à cette pléiade d'esprits amis du progrès et aptes à s'assimiler aussi bien le côté pratique que le côté scientifique des inventions nouvelles.

Né le 18 janvier 1836, David Bandérali entra successivement à l'Ecole Polytechnique et, comme élève externe, à l'Ecole des Mines. A sa sortie de ces écoles, il fut attaché, en 1860, à la Compagnie du Chemin de fer du Nord, où il ne tarda pas à devenir inspecteur de la traction, puis sous-ingénieur du matériel. Possédant à fond la langue anglaise, il sut s'acquitter, avec succès, de plusieurs missions que la Compagnie lui confia en Angleterre, et en rapporta d'heureuses inno-

vations qui lui valurent les fonctions d'inspecteur de service central des services du Matériel et de la traction de la Compagnie. Bandérali était tout à fait dans son élément à ce poste où l'on a à traiter les affaires générales d'une grande administration.

Dès l'introduction, en France, des freins continus, il s'attacha à les propager dans notre pays, et marqua ses préférences pour le système fondé sur l'emploi du vide, par opposition au système à air comprimé que d'autres Ingénieurs, moins ardents peut-être dans l'amour du progrès, mais plus heureux dans le résultat définitif de leurs efforts, ont pu faire triompher sur presque tout le continent ; de sorte que la Compagnie du Nord, après avoir été, pour ainsi dire, la première à adopter les freins continus, est aujourd'hui la seule Compagnie française qui fasse usage du frein à vide.

Sur ces entre faites, l'Exposition universelle de 1878 inaugurait brillamment son ouverture. Nommé membre des comités d'admission et d'installation, puis du jury des récompenses de la classe 64 (Matériel des chemins de fer), Bandérali prit une large part au succès de cette exposition, et résuma la plupart des systèmes nouveaux, dans la *Revue Générale des Chemins de fer*, qu'il avait contribué à fonder, et dont il était le zélé collaborateur, comme membre du Comité.

Quand s'installa, en 1881, dans le Palais de l'Industrie, cette Exposition d'électricité qui fut une révélation pour tant d'Ingénieurs un peu attardés dans l'emploi des anciennes formules de courants positifs et négatifs, Bandérali, nommé rapporteur du jury pour les applications de l'électricité au Matériel des chemins de fer, y conquit la croix justement méritée de chevalier de la Légion d'honneur.

Les articles et les conférences se succédaient sous sa plume active : une décision ministérielle de 1886 venait de le nommer membre de la Commission chargée d'étudier les mesures à prendre pour assurer aux voyageurs de nouvelles garanties de sécurité, quand un affreux malheur, qui vint frapper à ses côtés son Ingénieur en chef et ami Edouard Delebecque, atteint par une locomotive à la Chapelle, contribua à aiguiser un mal dont il souffrait déjà sourdement. Les fatigues de l'Exposition, l'épidémie de l'hiver dernier l'ont achevé, et il a succombé le 30 mars dernier.

C'est une perte pour le Génie civil français, que la mort de cet homme enlevé à l'âge de 54 ans, quand il aurait pu rendre encore tant de services à sa profession et à la Compagnie qui avait su se l'attacher.

M. COSSMANN.

INFORMATIONS

Le chemin de fer funiculaire de Montmartre.

M. Lavy vient de rapporter, au Conseil municipal, le projet présenté, il y a quelque temps, par un autre de ses membres, M. Passedoit, et d'après lequel on demande la création d'un chemin de fer funiculaire à Montmartre.

Ce projet comporte une dépense de quatre millions et l'établissement de deux lignes.

La première partirait de la place de la Trinité, en passant par les rues Pigalle et Houdon, traverserait la place du Tertre, la rue du Mont-Cenis, pour s'arrêter au carrefour Ornano.

L'autre aurait son point de départ place Cadet, gravirait les rues Rochechouart, Clignancourt et Ramey, gagnerait la place de la nouvelle mairie pour continuer par la rue du Poteau jusqu'à la rue Championnet, point de rencontre de l'autre voie.

Le projet pousse plus loin ses prévisions. Il détermine également le matériel. Chaque train comprendra deux voitures, une pour voyageurs et l'autre pour les messageries : il circulerait sur deux rails, entre lesquels sera placée la machine à tube échancré laissant passer les appareils d'attache des voitures aux câbles sans fin.

La vitesse est calculée à 20 kilomètres à l'heure. Le train pourra s'arrêter au gré des voyageurs, dont le prix de la place a été fixé à dix et quinze centimes.

Expériences stratégiques de voies ferrées.

Les expériences que le Ministre de la Guerre avait prescrites en vue de l'exploitation future des lignes stratégiques de la frontière du sud-est de la France, ont été faites sur la ligne de Draguignan à Grasse, devant la Commission mixte instituée par M. de Freycinet.

Il s'agissait d'étudier le fonctionnement de la voie à quatre files de rails, qui a été posée sur cette ligne afin de permettre aux wagons de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée d'y circuler sans transbordement, remorqués par des machines de la Compagnie du Sud, qui sont, comme on le sait, à voie de 1 mètre.

L'expérience avait pour but principal de décider si l'appareil de changement de voie à quatre files de rails remplit les conditions nécessaires.

La Commission s'est montrée satisfaite des essais : un train composé de quinze wagons a été remorqué sur la voie à quatre rails de la nouvelle ligne, et on a obtenu une vitesse de vingt-cinq kilomètres à l'heure, sur des rampes de trente millimètres.

Le train a évolué avec la plus grande facilité sur les appareils à changement de voie.

(1) Les voies sur longrines seront désignées en portant zéro pour l'espacement des traverses.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 7 mars 1890.

Présidence de M. V. CONTAMIN.

Exposition d'électricité d'Edimbourg en 1890. — M. le Président fait connaître qu'une Exposition d'électricité se tiendra, cette année, à Edimbourg, sous le patronage de la reine d'Angleterre et des Ingénieurs anglais les plus connus. Il engage les membres de la Société à y participer.

Adresse des Ingénieurs espagnols. — M. Th. MERLY, Ingénieur espagnol, au nom de ses collègues de Barcelone, remet à la Société des Ingénieurs civils de France une adresse de remerciements pour la réception qui a été faite aux Ingénieurs espagnols en 1889.

M. le Président dit qu'il a été heureux de recevoir cette adresse. Il applaudit aux sentiments de fraternité qui l'ont inspirée et, au nom de tous, accepte ce souvenir comme gage de l'amitié et de la fraternité qui régnent entre les Ingénieurs espagnols et les Ingénieurs français.

Le tirage forcé et son application aux chaudières marines. Communication de M. M. DEMOULIN. — M. M. Demoulin, Ingénieur, ancien élève de l'École Centrale, résume l'histoire du tirage forcé, d'abord appliqué aux locomotives, et qui s'est récemment répandu dans les marines militaires et marchandes. Il montre les résultats que le tirage forcé a permis de réaliser au point de vue de la diminution de poids des appareils de navires de guerre à grande vitesse, résultats obtenus, d'ailleurs, au prix d'inconvénients assez sérieux, et établit dans quelles conditions, dans l'état actuel de la science, ce dispositif peut être utilement appliqué.

Discussion. — MM. E. Polonceau, Ed. Roy et E. Mayer, présentent quelques observations complémentaires, notamment en ce qui concerne les avantages que présenterait, pour la marine, avec le tirage forcé, l'emploi des foyers Ten Brinck ou des voûtes en briques réfractaires.

Le tirage forcé dans les chaudières fixes et marines et son application spéciale à la combustion des charbons menus. Communication de M. C. JOUFFRAY. — M. C. Jouffray, ancien élève de l'École Centrale, examine l'emploi du tirage forcé uniquement au point de vue de l'économie, le plus important à son avis. Il condamne, en principe, l'emploi de la cheminée ordinaire, et rappelle les tentatives faites dans ce sens par MM. Molinos, Pronnier et par M. Michel Perret, pour la combustion des menus avec grille immergée.

M. Jouffray relate des expériences personnelles ou exécutées en collaboration avec M. Marius Olivier, de Marseille, sur la combustion des menus dans des chaudières marines à grilles munies de barreaux ajourés.

Discussion. — M. Lencauchez présente quelques observations complémentaires, notamment en ce qui concerne l'emploi de la cheminée, qu'il ne considère pas comme condamnable. MM. E. Mayer, Ed. Polonceau et Demoulin discutent l'emploi des barreaux de grille à faible écartement et des grilles immergées.

M. Contamin, président, résume la discussion et ne doute pas qu'aux problèmes qui viennent d'être énoncés ne soient apportées, avant peu, des solutions que notre marine nationale attend et accueillera avec reconnaissance.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE
des Électriciens.

La Société internationale des électriciens vient de procéder au renouvellement partiel de son Comité d'administration. Le vote, exprimé dans l'Assemblée générale annuelle du 2 avril, a donné les résultats suivants :

Président : M. HIPPOLYTE FONTAINE;

Vice-présidents : MM. J. JOUBERT, A. POSTEL-VINAY;

Secrétaires : MM. V. BÉLUGOU, G. DUMONT;

Membres du Comité pour trois ans : MM. Ch. BARDY, BOUSSAC, P. DE BRANVILLE, FORTIN-HERMANN, GAFFE, JOLLY, L. MORS, MAX DE NANSOUTY, J. RICHARD, J. SARCIA, ALBERT SARTIAUX, G. SAUTTER, AM. VERNES, L. VIOLET, H. VIVAREZ, C. WOLF;

Membres du Comité pour un an : ABDANK-ABAKANOWICZ, P. BARBIER, J. CHÉRIEN, A. F. KLEINE, GASTON TISSANDIER.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 17 mars 1890.

Physique. — *Méthode pour déterminer le pôle d'un ellipsoïde à trois axes inégaux, par l'observation de ses images catoptriques.* Note de M. D. E. SULZER, de Winterthur, présentée par M. Lippmann.

Chimie. — 1° *Sur les hyposulfites doubles de plomb et de soude.* Note de M. J. FOGH.

L'hyposulfite de soude dissout l'hyposulfite de plomb en donnant naissance à des hyposulfites doubles de plomb et de soude.

Le procédé qui sert à les préparer consiste à ajouter à une liqueur d'hyposulfite de soude, de l'acétate de plomb dissous, jusqu'à ce que le précipité devienne permanent, et à traiter la liqueur ainsi obtenue par l'alcool. Si l'on a opéré en solution concentrée, l'alcool détermine la séparation de la liqueur en deux couches, dont la plus dense, traitée de nouveau par l'alcool absolu, se transforme en un corps solide d'apparence amorphe. La composition chimique de ce corps n'est pas constante; elle varie pour chaque opération, selon les conditions dans lesquelles on s'est placé, et l'auteur démontre dans le cours de sa communication qu'on n'obtient ainsi qu'un mélange des deux corps composants.

Si, au contraire, on opère la préparation en solution étendue, on obtient, en traitant par l'alcool étendu, un précipité blanc gélatineux, qui se change peu à peu en paillettes cristallines. Cette transformation s'accomplit dans la liqueur mère; elle est complète au bout de deux ou trois heures.

Ce sel, découvert par A. Lenz, est peu soluble dans l'eau pure, bien plus dans l'acétate de soude et se dissout très facilement dans un excès d'hyposulfite de soude étendu. D'après les recherches de M. Fogh, ce corps n'est point un simple mélange, mais un véritable hyposulfite double; c'est peut-être même le seul qui existe.

2° *Action de l'acide sulfurique sur l'aluminium.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Troost.

On sait que l'acide sulfurique étendu et froid paraît sans action sur l'aluminium, et cependant, la formation de l'alumine hydratée dégageant 195^{cal}/8, ce métal doit, à la température ordinaire, décomposer l'eau, et à plus forte raison les acides étendus. Cette note a pour objet de démontrer qu'il en est bien ainsi, et que si une lame d'aluminium plongée dans l'acide sulfurique étendu semble inattaquée, le fait tient seulement à ce qu'elle se recouvre, dès les premiers instants, d'une couche continue d'hydrogène qui supprime tout contact avec le liquide ou le rend au moins très difficile.

L'action de l'aluminium, en effet, sur l'acide étendu et sur les sulfates, est bien conforme à ce qu'indique la chaleur de formation de l'alumine, et l'extrême lenteur de cette action, dans les conditions ordinaires, est due à une action purement mécanique de l'hydrogène qui, en recouvrant le métal, rend très difficile son contact avec le liquide environnant.

3° *Sur une nouvelle forme cristalline du chlorure d'ammonium.* Note de MM. G. GEISENHEIMER et F. LEITEUR, présentée par M. Troost.

Dans la préparation de l'iridium pur par la méthode de MM. Deville et Debray, on lave avec une solution concentrée de chlorure d'ammonium le mélange des chlorures doubles d'ammonium et des métaux de la famille du platine. Ces eaux de lavage, abandonnées à elles-mêmes, laissent déposer peu à peu de volumineux cristaux, dont la couleur varie du brun rouge au rose clair; on peut même les avoir tout à fait blancs par une seconde cristallisation. Ces cristaux, qui atteignent jusqu'à 5 centimètres de longueur, sont d'une netteté parfaite, et les auteurs de cette note en présentent l'étude cristallographique complète.

4° *Acétals monobenzoïque et dibenzoïque de la sorbite.* Note de M. J. MEUNIER, présentée par M. Troost.

Electricité. — *Sur un nouveau système d'accumulateurs électriques et sur quelques appareils fonctionnant avec ces accumulateurs.* Note de M. CHARLES POLLAK, présentée par M. G. Lippmann.

Dans ses recherches sur les accumulateurs genre Planté, l'auteur s'est préoccupé de leur donner une grande capacité dans un espace de temps aussi court que possible. A cet effet, il recouvre les plaques avec du plomb spongieux obtenu par la méthode électrolytique. Pour assurer l'adhérence parfaite entre le plomb et la plaque, celle-ci a été travaillée de telle façon qu'elle présente l'aspect d'une brosse à poils ras. Les pointes ont 2 millimètres de hauteur et 1 millimètre de base; les interstices entre les pointes sont de 1 millimètre.

La plaque étant lavée pour la débarrasser des matières grasses, est enduite d'une pâte composée de sulfate de plomb délayé dans de l'eau salée, et plongée dans de l'eau salée entre deux lames de zinc.

Après avoir soudé convenablement les plaques, on procède à la formation d'accumulateurs en faisant passer le courant dans le même sens pendant cinquante heures.

Un accumulateur composé de neuf plaques, dont quatre positives et cinq négatives, d'un poids total de 11^{kil}206, après quarante-cinq heures de formation par un courant d'une intensité de seize ampères, a donné pendant la décharge 95,4 ampères-heures utiles. Le même accumulateur, rechargé avec un courant de seize ampères pendant sept heures, a donné pendant la décharge 102,35 ampères-heures utiles.

Le rendement a donc été de 91^{am} 384 %.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

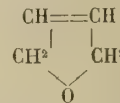
Séance du 28 février 1890.

Présidence de M. E. GRIMAUD.

M. MAQUENNE présente un appareil susceptible de remplacer le tube de Liebig pour l'absorption de l'acide carbonique. Cet appareil, d'un poids moindre que le tube de Liebig et beaucoup moins fragile, assure une absorption aussi complète.

M. GRIMAUD donne communication d'une note de M. Mohler sur la recherche de l'acide benzoïque dans les substances alimentaires. Il le caractérise en le convertissant par l'acide sulfurique et le nitrate de soude en acide dinitrobenzoïque fusible à 204° et donnant une belle coloration rouge par le sulfhydrate d'ammoniaque.

M. GRIMAUD fait connaître les recherches qu'il a entreprises en commun avec M. Cloez, sur quelques dérivés de l'érythrite; les auteurs ont obtenu l'hydrofurane C⁴H⁶O par l'action réductrice de l'acide formique sur l'érythrane, et, d'un autre côté, ils ont converti le bromure d'hydrofurane en tétrabromure d'érythrène par l'action de l'acide bromhydrique. Ces transformations leur ont permis d'établir la constitution de l'hydrofurane qu'ils représentent par la formule :



M. A. COMBES a poursuivi l'étude de la réaction des diamines sur l'acétylacétone. Avec la benzidine, il a obtenu d'abord un composé C²²A²⁴Az²O², fusible à 196°, qui, par traitement à l'acide sulfurique, donne une amidophénylquinoléine C¹⁷H¹⁶Az² et une diquinoléine tétraméthylée C²²H²⁰Az².

BIBLIOGRAPHIE

Traité encyclopédique de Photographie, par M. C. FABRE, docteur ès sciences. — 4 beaux volumes illustrés de nombreuses figures, paraissant le 15 de chaque mois par livraisons de 80 pages, grand in-8°. Tome II. Phototypes négatifs. 10^e livraison du 15 mars 1890. — Ce fascicule étudie les divers phototypes négatifs obtenus sur support flexible, les pellicules Balagny, etc.; puis il consacre un long chapitre à la retouche des négatifs et donne de curieuses indications sur une retouche trop souvent négligée, celle des paysages. — (Paris, Gauthier-Villars et fils.) — Souscription aux 4 volumes comprenant 20 livraisons, 40 francs. — Chaque livraison séparée, 2 fr. 50.

Annuaire des Mines, de la Métallurgie et de la Construction mécanique, fondé en 1876, par Ch. JEANSON (édition 1890). — Chez E. Kolb, administrateur, 8, rue Saint-Joseph, Paris. — Prix : 10 francs.

L'Annuaire des Mines, de la Métallurgie et de la Construction mécanique est, nous le rappelons, le répertoire complet des adresses, classées par professions et par départements, pour toutes les industries et pour toutes les maisons avec lesquelles peuvent avoir des relations d'affaires l'Ingénieur, le mineur, le métallurgiste et le constructeur.

Pour tous les articles non signés :

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Variétés : L'explosion de la cartoucherie Corvilain, à Anvers, p. 481 ; Ch. TALANSIER. — Chimie industrielle : Les poudres sans fumée (*suite et fin*), p. 486 ; P.-F. CHALON. — Mécanique : Emploi d'une turbine reversible à l'intérieur d'une mine (*planche XLI*), p. 488 ; L. KNAB. — Physique industrielle : Nouveau poêle-cheminée, p. 488 ; MICHEL PERRET. — Études économiques : Les étrangers en France et les lois restrictives de l'immigration étrangère (*suite et fin*), p. 489 ; DANIEL BELLET ; — Des assurances, p. 491 ; A. GIBON. — Congrès : Congrès international des chemins de fer (3^e session ; Paris, 14-23 septembre 1889 (*suite*)), p. 492.

Planche XLI : Turbine reversible employée à l'intérieur d'une mine.

— Correspondance : Les expériences du bateau *Goubet*, p. 493 ; G. VITAUX ; — Les chaussées en asphalte comprimé, p. 494 ; LÉON MALO. — Informations : Le flambeau électrique du ballet d'*Ascanio*, à l'Opéra de Paris, p. 495.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séance du 24 mars 1890, p. 496 ; G. PETIT. — Société d'encouragement pour l'industrie nationale, séance du 28 février 1890, p. 496. — Société chimique de Paris, séance du 7 mars 1890, p. 496.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 496.

VARIÉTÉS

L'EXPLOSION DE LA CARTOUCHERIE CORVILAIN, A ANVERS

Le *Génie Civil* (1) a déjà donné quelques renseignements sommaires sur l'explosion de la cartoucherie Corvilain, à Anvers, à l'époque où s'est produite cette catastrophe (6 septembre 1889). Aujourd'hui que la justice vient de dire son dernier mot dans cette affaire, nous nous proposons d'en reparler avec quelques détails, non tant au

Description des lieux (fig. 2). — L'usine Corvilain était établie entre la rivière Schyn, le bassin Africa et la chaussée conduisant des cales sèches au pont qui sépare ce bassin du bassin Kattendyck. De l'autre côté de la chaussée se trouvaient, à 75 mètres de l'usine, deux groupes de hangars construits et loués par la Ville d'Anvers pour l'emmagasinage du pétrole en barils.

L'établissement Rieth, situé à 65 mètres de l'usine Corvilain, s'occupait de l'emmagasinage en tanks et de la manipulation du pétrole russe importé en vrac par des steamers construits à cet effet. Cet



FIG. 4. — CATASTROPHE D'ANVERS. — Débris de la calotte du tank à pétrole n° 1, sur les bords de l'entonnoir produit par l'explosion de la cartoucherie.

point de vue des débats judiciaires qu'à celui des renseignements techniques contenus dans les rapports d'expertise. Ces rapports renferment en effet des indications intéressantes sur les effets de l'explosion et ses causes probables, sur les différents travaux qui s'effectuaient dans la cartoucherie de M. Corvilain, ainsi qu'une étude sur les dangers d'explosion des huiles de pétrole.

Nous commencerons par la description de l'état des lieux avant et après la catastrophe.

établissement se composait : des deux tanks n° 1 et n° 2 (vides au moment de l'explosion), construits chacun dans un tronc de cône creusé dans le sol ; du grand tank n° 3 (à peu près rempli au moment de la catastrophe), construit à fleur de sol du chantier ; d'un bureau et d'un bâtiment pour les machines, construits en maçonnerie ; d'un hangar à parois de tôle ondulée, servant pour la manipulation et le collage des barils de pétrole.

Près de l'usine Corvilain, se trouvait un hangar en bois, servant de dépôt de guano et de sulfates à un négociant d'Anvers.

Cartoucherie. — L'établissement Corvilain comprenait d'abord une

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 20, p. 452.

grande construction en bois, qui était divisée en deux, dans le sens de sa longueur, par une cloison en planches. La partie principale, de 20 mètres de large sur 37 mètres de long, érigée en entrepôt fictif, était affectée au placement d'environ 50 000 caisses, renfermant 1 000 cartouches métalliques chacune. L'autre partie, de 10 mètres de largeur sur 33 mètres de longueur, était utilisée comme atelier pour l'ouverture des caisses, la démolition des paquets, l'arrachage des balles et le dépôt des caisses en manipulation. A une extrémité se trouvait installé un crible pour l'enlèvement de la stéarine adhérente aux balles.

Un autre bâtiment en bois, situé en face et à 9^m 50 de l'entrepôt fictif, servait d'atelier aux femmes chargées de débarrasser les cartouches et d'en vider la poudre dans des seaux.

A côté, se trouvait un hangar contenant un four à réverbère, pour fondre le plomb des balles, et un four spécial pour faire détoner les amorces des douilles vidées. Devant le four à réverbère étaient placés les lingotières et les tas de saumons de plomb déjà fondus; au-dessus, deux chaudières en fonte servaient à fondre la stéarine sous forme de pains. Les balles à fondre étaient jetées pêle-mêle à côté du four.

Sous le même hangar étaient établis le moteur à vapeur avec une chaudière verticale de 5 chevaux, la machine à laminer les douilles et une bascule. A côté, deux petites loges en bois servaient, l'une au forgeron, l'autre au menuisier.

Enfin, en dehors des constructions précédentes, se trouvait le magasin à poudre en vrac, d'environ 8 mètres sur 5 mètres, dont les parois et la toiture étaient en tôle galvanisée. Il était entouré d'un parapet en terre avec fossé en avant, et communiquait avec la cour de l'usine au moyen d'un pont jeté sur ce fossé.

État des lieux après la catastrophe. — L'explosion a eu pour effet de raser complètement l'usine Corvilain, à l'exception du four à fondre le plomb, du moteur et de la chaudière à vapeur, et des saumons de plomb qui sont restés en place. Les matériaux des parois et des toitures ont été projetés de toutes parts. La surface du terrain environnant était entièrement couverte de cartouches et de douilles.

A la place de l'entrepôt fictif, l'explosion avait creusé une énorme excavation, dont le fond était divisé en deux parties formant deux entonnoirs, l'un de 14 mètres de rayon et de 2^m 72 de profondeur au centre, l'autre de 17 mètres de rayon et de 3^m 45 de profondeur. Dans cette excavation on a trouvé un morceau de tôle provenant de la calotte du tank n° 1 de l'usine à pétrole. Sur le talus extérieur des terres refoulées de cette même excavation, du côté du magasin à guano, avait été lancée une grande partie de cette calotte, dont les tôles étaient tordues dans tous les sens (fig. 1).

Sur l'emplacement occupé par l'atelier des femmes, le plancher a été retrouvé sous les terres. Les cadavres d'un grand nombre d'ouvrières avaient les bras au-dessus ou à hauteur de la tête.

L'emplacement du magasin à poudre en vrac était accusé par les talus en terre qui l'entouraient. Tous les cadavres des ouvriers de cet atelier ont été retrouvés ensevelis sous les gazons du parapet situé du côté de l'entrepôt fictif, avec leurs habits relativement en bon état.

Du hangar à guano il ne restait plus rien, sauf un tas de sacs de guano. Plusieurs morceaux de la calotte du tank n° 1 ont été retrouvés sur cet emplacement, et des cartouches ont été ramassées sur ces tôles.

Quant à l'usine Rieth, elle avait été presque entièrement détruite. Les tanks n° 1 et n° 2 étaient complètement déformés et avaient perdu tous deux leur calotte. Le grand tank n° 3 avait résisté dans sa partie remplie de pétrole, mais sa partie supérieure avait été enfoncée et sa calotte en partie enlevée.

Le bâtiment des machines de cette usine était lézardé sur ses quatre faces, et le bureau détruit; la chaudière à vapeur et sa cheminée étaient restées debout. Des hangars en tôle, il ne subsistait que la charpente en fer défoncée.

Enfin, les hangars de la Ville, contenant des barils de pétrole, avaient été entièrement détruits. Il ne restait que des pans de murs, et tout autour, comme en dedans, les matériaux portaient la trace d'un violent incendie.

Rapport des experts. — *Cause première du désastre.* — Les experts nommés par le tribunal d'Anvers étaient MM. de Vos, colonel du Génie, Philippron, major d'Artillerie, Michel, lieutenant-colonel d'Artillerie en retraite, Van de Velde, chimiste, et Thiélsens, architecte. La première question qu'ils avaient à résoudre était de rechercher lequel des deux établissements Rieth ou Corvilain avait été la cause première du désastre. De la solution de cette question, en effet, dépendait la responsabilité morale et matérielle de la catastrophe, ainsi que la voie dans laquelle devait s'engager l'expertise.

Par suite de l'énorme quantité de matières dangereuses contenues dans la cartoucherie, son explosion pouvait, d'après les experts, détruire directement les tanks de l'usine Rieth; l'explosion de ces derniers, beaucoup moins à craindre, ne pouvait détruire la cartoucherie qu'indirectement, en lançant sur celle-ci une tôle qui serait venue

frapper par hasard l'amorce d'une cartouche de manière à en provoquer la déflagration.

Les experts ont estimé que l'origine de la catastrophe devait se chercher dans l'explosion de la cartoucherie. Nous allons résumer les raisons qu'ils ont données à l'appui de cette opinion, tirées de l'état des lieux et de ce qui s'était passé lors de l'explosion de l'entrepôt fictif.

Les dégâts ont prouvé que cet entrepôt contenait une énorme quantité de poudre. L'explosion de cette masse avait d'abord détruit la toiture du bâtiment, puis, dans l'ordre des résistances, les parois latérales, le plancher; enfin le sol s'était affaissé sous la pression des gaz, et les terres provenant de l'excavation produite avaient été refoulées latéralement en allant recouvrir les débris des parois et ceux du plancher de l'atelier d'arrachage des balles.

Les constatations des experts sur le terrain ont montré que la plupart des tôles provenant des tanks se trouvaient au-dessus des matériaux provenant de la destruction de la cartoucherie; l'explosion de cette dernière avait donc dû précéder la destruction des tanks. Des cartouches, il est vrai, avaient été trouvées sur les tôles en question; mais les experts ont fait observer que la grande explosion, cause première du désastre, avait été suivie d'autres plus petites qui avaient également projeté des cartouches sur le terrain.

En ce qui concerne l'usine Rieth, l'explosion n'aurait pu provenir que de l'un des deux petits tanks, puisque la partie inférieure du grand tank était restée intacte et contenait encore du pétrole. Or les experts ont estimé que la similitude des dégâts était trop complète entre les tanks n° 1 et n° 2 pour que leur destruction ne provint pas de la même cause: au moment de cette destruction, les deux tanks étaient vides et devaient se trouver dans le même état; si l'un avait éclaté avant l'explosion de l'entrepôt, la similitude des dégâts eût été impossible.

Pour expliquer comment les toitures des tanks avaient été lancées dans la direction de la cartoucherie, les experts ont admis que, sous le choc du gaz provenant de l'explosion de cette dernière, les tanks s'étaient inclinés et aplatis, leurs tôles s'étaient déchirées et celles de la toiture soulevées et détachées en grande partie par la pression intérieure résultant de la déformation; avant que le détachement de la toiture fût complet, la pression due à l'explosion avait disparu, et les parois verticales opposées à l'explosion et non déchirées avaient repris leur place et, la dépassant en vertu de l'élasticité du fer, avaient lancé comme par un ressort les toitures dans la direction de la cartoucherie.

Les experts ont ajouté que les vapeurs de pétrole ne peuvent s'enflammer d'elles-mêmes, qu'elles ne prennent feu et ne donnent lieu à des explosions que lorsqu'elles viennent en contact immédiat avec un corps en combustion. Or, non seulement les débris restants des tanks vides ne portaient aucune trace de flamme ou de feu, mais personne n'avait vu de flammes dans l'usine Rieth au commencement de la catastrophe, et aucun des ouvriers occupés à dégrader l'intérieur de ces tanks n'avait été brûlé.

En somme, les experts ont conclu qu'il ne fallait pas chercher la cause de la catastrophe dans les résidus des tanks, ni dans les gaz qui pouvaient rester suspendus dans ces récipients.

Recherche des causes de l'explosion dans la cartoucherie. — Dans l'établissement Corvilain, le travail consistait à démolir 50 millions environ de cartouches d'ancienne fabrication.

Ces cartouches, à inflammation centrale, se composaient d'une douille en laiton, avec une balle de plomb du poids de 22 grammes ou de 30 grammes, suivant le modèle, et une charge de 4,5 à 5 grammes de poudre. Une pastille de stéarine et une rondelle de carton étaient interposées entre la charge de poudre et la balle. Une capsule de 0^{sr} 045 de poudre fulminante était fixée au centre du culot de la douille.

Les cartouches étaient empaquetées à raison de dix par paquet, et placées dans des caisses en bois, chaque caisse renfermant cent paquets, soit mille cartouches. A leur arrivée à l'usine, ces caisses avaient été emmagasinées dans un hangar converti par la douane en entrepôt fictif. D'après les intéressés, au moment de l'explosion 47 millions de cartouches avaient été reçues et réparties de la manière suivante: 7 millions environ avaient été démolies complètement, et on en avait retiré la poudre, le plomb, le laiton et la stéarine; 25 millions étaient en partie démolies, c'est-à-dire qu'on en avait retiré la balle seulement, puis on les avait remises pêle-mêle dans les caisses non fermées et on les avait emmagasinées de nouveau dans l'entrepôt fictif; enfin, les 15 millions de cartouches restantes étaient intactes dans leurs caisses renfermées dans l'entrepôt fictif.

Le rapport des experts passe ensuite en revue les opérations auxquelles étaient soumises les cartouches pour leur démolition complète. Nous allons résumer ce passage, qui donne des détails intéressants sur le travail effectué dans l'établissement Corvilain.

La première opération consistait à *enlever la balle*; elle se pratiquait dans un atelier contigu au dépôt des cartouches. La balle était séparée de la douille par l'action d'une presse à levier, munie de deux coutaux qui pénétraient dans la douille. Cette opération déchirait un

certain nombre de douilles : aussi y avait-il de la poudre nue répandue dans l'atelier, et peut-être quelquefois des capsules chargées, ce qui était une cause de danger.

Les douilles étaient ensuite remises en caisses et celles-ci étaient emmagasinées dans l'entrepôt fictif.

La deuxième opération consistait à *fondre le plomb*. Après avoir débarrassé les balles de la stéarine par un tamisage, on les portait hors de l'atelier pour les fondre. La fusion s'opérait dans deux chaudières chauffées par un four à réverbère. Le plomb fondu était coulé en lingots dans des lingotières.

Les experts ont fait observer que les flammèches sortant quelquefois de ces fours pouvaient être une cause d'incendie ou d'explosion.

La troisième opération était le *déchargement des douilles*. Les débou-reuses retiraient la pastille de stéarine et la rondelle de carton avec un outil en cuivre ou en fer, en forme de crochet.

Les douilles étaient ensuite remises en caisses, puis passées aux videuses, qui faisaient écouler la poudre en agissant avec une spatule.

Cette opération, dangereuse par elle-même, ne peut se pratiquer qu'avec des outils d'une longueur sensiblement inférieure à celle de la douille, pour que l'ouvrier ne puisse en toucher la partie inférieure, où peut se trouver de la poudre fulminante. D'après les experts, cette

Conclusions des experts. — Parmi les conclusions du rapport d'expertise, nous nous bornerons à signaler les suivantes :

L'état dans lequel a été retrouvé le plancher de la poudrière fait croire aux experts que Corvilain n'avait pas dans ce magasin, au moment de l'explosion, au delà de 300 kilogr. de poudre en vrac. Mais la présence dans l'entrepôt fictif de plus de 100000 kilogr. de poudre contenue dans des douilles déchirées, transformait cet entrepôt en véritable magasin à poudre;

La présence de la chaudière à vapeur et du four à fondre le plomb présentait un danger permanent ;

Les causes de l'explosion ont été certainement le manque de précautions prises et les défauts de l'outillage employé;

C'est l'explosion de l'entrepôt fictif qui a détruit l'établissement Rieth, et celui-ci n'a été pour rien dans l'origine de la catastrophe;

L'explosion de la cartoucherie a commencé par la poudrière ou l'atelier des femmes ; il est même probable que c'est dans ce dernier qu'a dû commencer la déflagration. La nature du travail exécuté dans cet atelier donnait lieu à une production très grande de poussier qui, en suspension dans l'air, en dépôt sur le plancher et les parois, devait propager presque instantanément la flamme produite par la moindre étincelle.

Finalement, les experts ont conclu que M. Corvilain devait être

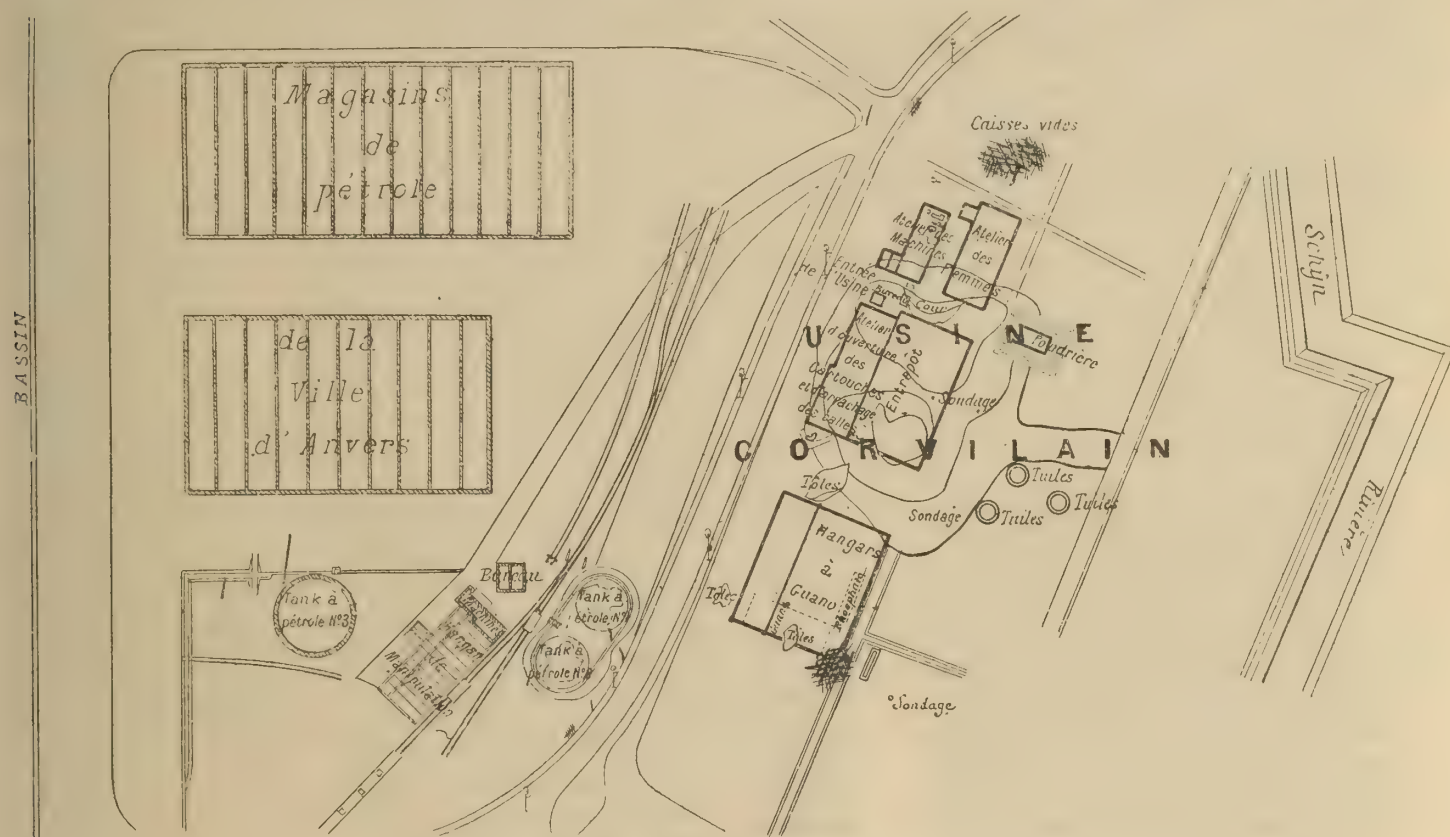


FIG. 2. — CATASTROPHE D'ANVERS. — Plan général des lieux où se sont fait ressentir les effets de l'explosion.

longueur des outils n'aurait pas été réglée pour empêcher une pareille éventualité de se produire.

. La poudre sortie des douilles était reçue dans un entonnoir et s'écoulait dans un récipient en zinc; elle était ensuite portée dans un autre atelier dit « poudrière » pour y être travaillée.

Le travail de la poudre consistait à la débarrasser d'abord, par un tamisage, de la stéarine qui y était mélangée, puis à la classer en la blutant. Ces deux opérations étaient dangereuses, parce que des parcelles de poudre fulminante, et même des capsules entières, pouvaient être mélangées avec la poudre ; le remuage de ce produit, surtout au blutoir, pouvait donc occasionner une explosion. Or c'est dans ce même atelier que se pratiquait l'opération de la mise en caisses de la poudre, et qu'on conservait aussi ces caisses en attendant leur transport au bateau servant de magasin à poudre.

La dernière opération consistait à brûler les capsules et à aplatir les douilles. Avant de faire détoner les capsules, on lavait préalablement les douilles à l'eau chaude. Comme l'eau chaude dissout la poudre fulminante, et que celle-ci se précipite par refroidissement ou évaporation, de la matière fulminante pouvait être répandue sur le sol si l'eau avait été jetée sans précaution. D'autre part, le four à brûler les capsules pouvait aussi donner lieu à une explosion.

Enfin les douilles venant de ce four étaient aplaties au laminoin. C'est cette dernière opération qui avait nécessité l'installation d'une machine à vapeur avec chaudière et fourneau, ce qui constituait une nouvelle cause de danger.

rendu responsable de la catastrophe et de ses conséquences, et qu'à un degré moindre, son agent, l'Ingénieur Delaunay, devait avoir aussi sa part des responsabilités.

Consultation de M. Périssé. — M. S. Périssé, Ingénieur-expert près la Cour de Paris, chargé par MM. Corvilain et Delaunay de faire une contre-expertise, a répondu aux questions suivantes :

I. — La première question posée était de « Rechercher si la présence dans le magasin servant d'entrepôt fictif, d'environ 100 000 kilogr. de poudre, dans des cartouches dont la balle était extraite, ne présentait pas un danger permanent. »

Selon M. Périssé, la présence de toutes ces cartouches sans balles diminuait certainement la sécurité, et ces 100 000 kilogr. de poudre constituaient un danger quand l'entrepôt était ouvert et qu'on y manipulait des caisses; mais pendant tout le temps que l'entrepôt était fermé par la douane, et, par suite, à l'abri de toute cause intérieure d'inflammation, il ne pouvait pas y avoir de danger permanent.

II. — La deuxième question était la suivante : « Quel est, des deux établissements Rieth ou Corvilain, celui qui a été la cause première du sinistre ? »

D'accord avec les experts du Tribunal, M. Périssé a été d'avis que le feu n'avait commencé ni dans l'atelier d'arrachage des balles, ni dans celui des machines.

En ce qui concerne l'atelier des femmes et le magasin à poudres, on n'y a trouvé aucune trace d'explosion, et cependant la quantité

de poudre en vrac que contenait chacun d'eux était telle qu'une explosion y eût creusé un entonnoir et laissé des traces ineffaçables. Au lieu de cela, le plancher était intact ; en outre, des feuilles de papier d'emballage, placées dans l'atelier des femmes, sous une table, du côté de l'entrepôt fictif, ont été retrouvées en tas à l'extrémité opposée, tandis que si l'explosion eût commencé dans l'atelier de débouillage, ces feuilles auraient été certainement dispersées ou brûlées. M. Périssé est arrivé à la même conclusion par l'examen des cadavres des ouvrières : retenues un instant par leur tablier, fixé à la table de travail, elles auraient été foudroyées sur place, tandis que la plupart d'entre elles avaient eu le temps de se précipiter de divers côtés pour essayer de fuir le danger.

De même, dans le magasin à poudre, le plancher était resté absolument intact, et une balance Roberval placée près de la porte a été retrouvée au milieu du magasin, tandis que l'explosion de ce magasin l'aurait lancée vers l'extérieur. En outre, les parapets ont été renversés du même côté par le souffle des gaz venant de l'entrepôt fictif, tandis qu'ils auraient été renversés dans tous les sens, si l'explosion était venue du centre. D'autre part, tandis que dans le cas de l'explosion du magasin, les ouvriers auraient dû être tués sur place, leurs cadavres ont été trouvés ensevelis sous la terre des parapets, avec leurs vêtements peu ou pas brûlés. En particulier, on a retrouvé enlacés dans le magasin, le cadavre d'un ouvrier qui y travaillait et celui de sa fille qui était employée au débouillage.

M. Périssé a donc conclu que l'explosion n'avait commencé dans aucun des ateliers de l'usine Corvilain, quel que fût le danger des opérations qui s'y effectuaient.

Selon lui, l'explosion de la cartoucherie avait dû commencer dans l'entrepôt fictif qui était fermé à clef par la douane.

Par suite de la violence de l'explosion, la presque totalité de la surface occupée par cet entrepôt s'était trouvée transformée en une grande excavation affectant la forme d'un 8, par la réunion de deux entonnoirs contigus (fig. 2).

L'explosion de l'entrepôt ne peut pas être attribuée à une inflammation spontanée des cartouches. Elle ne peut pas être due non plus à une cause venue de l'intérieur du magasin, puisqu'il n'y avait personne et que le douanier qui en détenait la clef n'était pas encore arrivé au moment de la catastrophe.

M. Périssé en arrive alors à cette conclusion que *l'inflammation doit être attribuée à une cause venue de l'extérieur*, et que tout peut s'expliquer en admettant que *le toit du tank n° 4 est venu tomber sur l'entrepôt* :

La calotte du tank tombant sur la toiture légère de l'entrepôt l'a traversée sans difficulté. Ce poids considérable d'environ deux mille kilogr. arrivant ensuite sur les caisses de cartouches empilées sur une certaine hauteur, a bouleversé, écrasé et par suite enflammé un grand nombre de cartouches. Le feu trouvant un aliment dans les autres cartouches des caisses ainsi bouleversées, la quantité, et par suite, la pression des gaz sont allées rapidement en croissant, jusqu'à ce que, trouvant un aliment moins résistant dans les cartouches sans balles, ils ont produit la formidable détonation qui a tout démolé à la ronde, semant le terrain de cartouches non brûlées, de débris des ateliers, et aussi, hélas ! des cadavres des ouvriers de l'usine.

Le toit du tank n° 1 qui était arrivé entier, et portant tout ou partie de la cornière d'angle, s'est trouvé ainsi au centre de l'explosion. Il y a été brisé, et les morceaux déformés, tordus en tous sens, ont été projetés en l'air et sont retombés pêle-mêle avec la terre et les cartouches intactes lancées par l'explosion. Ainsi s'explique tout naturellement cette position de la collerette du trou d'homme fichée en terre, dans un plan presque vertical, et enfoncée jusqu'à un de ses diamètres, sans que la terre placée au milieu, dans la partie laissée vide par le trou d'homme, porte aucune trace du passage de la moitié inférieure de la collerette...

Mais, peut-on dire, pourquoi les tôles sont-elles sur la terre ? La terre, peu dense et très émiétée, n'a pas été projetée bien haut et est tombée la première. Les tôles, plus denses, ont été lancées plus haut, et à cause de leur forme tourmentée, la descente éprouvait une certaine résistance de l'air. Elles sont arrivées après. Les cartouches, à cause de leur densité sont montées très haut et retombées les dernières.

Ne pouvant analyser ici toute la partie de la consultation de M. Périssé relative à la discussion des constatations faites par l'expertise, nous nous bornerons à signaler le passage concernant la calotte des tanks. Nous avons vu que pour expliquer comment les toitures des tanks ont pu être lancées dans la direction de l'établissement Corvilain, les experts ont fait intervenir l'élasticité de la tôle. M. Périssé fait observer que le fer rongé par la rouille n'avait aucune élasticité, et qu'en outre, si le coup direct de l'explosion n'avait pas pu détacher complètement la toiture, la réaction des parois verticales, incontestablement plus faible que l'action directe, n'aurait pu opérer ce détachement.

D'autre part, diverses constatations matérielles ont permis à M. Périssé d'affirmer que la toiture du tank n° 1 avait été seule lancée vers la cartoucherie. De plus, l'état des deux tanks n'était pas le même après la catastrophe : le tank n° 1 avait perdu, non seulement sa calotte, mais aussi une partie de sa paroi verticale, tandis que les parois verticales du tank n° 2 étaient entières, et seulement repliées en dedans.

PROPRIÉTÉS ET DANGERS DES HUILES DE PÉTROLE. — Après s'être appliqué à démontrer que l'explosion de la cartoucherie ne pouvait

s'expliquer que par la chute préalable de la calotte du tank n° 1 sur l'entrepôt fictif de poudre, M. Périssé, pour compléter sa démonstration et montrer que l'explosion des deux tanks n'avait rien que de naturel, a complété sa consultation par une intéressante étude sur les propriétés et les dangers du pétrole, étude dont nous allons reproduire les principaux passages :

Propriétés des huiles de pétrole (1). — L'étude du pétrole a établi l'existence d'une série d'hydrocarbures homologues du formène (hydruure méthylé ou gaz des marais), série $C_n H_{2n+2}$. La majeure partie des pétroles du Caucase est formée par des carbures de la série éthylénique ($C_n H_{2n}$), se rapprochant par les affinités chimiques des carbures forméniques. Leur point d'ébullition commence à 0° et s'élève jusqu'à 300°. Les plus légers sont gazeux à la température ordinaire ; les plus lourds sont solides, comme les diverses paraffines. Les parties volatiles ont, aux températures ordinaires, une forte tension ; elles prennent feu au contact d'un corps enflammé ou porté à la température rouge.

D'après Pelouze et Cahours, les pétroles bruts contiennent : un hydrocarbure $C^4 H^{10}$ (hydruure de butyle), qui bout à 0° et dont la densité à l'état de gaz est 2 ; un hydrocarbure $C^5 H^{12}$ (hydruure d'amyne), qui bout à 30° et dont la densité à l'état de gaz est 2,5.

La combustion complète des pétroles bruts ou raffinés par la quantité d'air théoriquement nécessaire, donne un mélange d'acide carbonique, de vapeur d'eau et d'azote, et la température est maximum lorsque la vapeur de pétrole et l'air sont dans la proportion théorique.

Les gaz, comme les autres corps, ne deviennent lumineux que s'ils ont été portés à une température suffisamment élevée, et si la répartition du carbone dans la flamme est convenable. Il faut qu'il y ait précipitation sous forme solide d'une partie du carbone. Si celui-ci est en proportion insuffisante, il ne réfléchit qu'une quantité de lumière trop faible, et c'est ce qui arrive pour le grisou ou gaz des marais, dont la flamme est jaunâtre et peu éclairante. Au contraire, si le carbone est en excès, une proportion échappe à la combustion ; la flamme cesse d'être lumineuse, elle est fuligineuse.

Les pétroles raffinés pour lampes doivent être exempts de produits volatils à la température ordinaire ; sinon, ils sont dangereux, puisqu'ils peuvent dégager des vapeurs éminemment inflammables. On soumet les pétroles raffinés à l'épreuve du feu pour constater qu'ils n'émettent pas de vapeurs inflammables à la température de 35 degrés, minimum imposé par l'Administration française, au-dessous duquel les huiles ne peuvent être employées sans danger. Tout pétrole raffiné qui émet des vapeurs en dessous de 35 degrés est considéré comme mal raffiné ou comme mélangé à des essences dont la valeur est moindre.

Quant aux pétroles bruts, ils émettent, pour la plus grande partie, des vapeurs inflammables aux températures ordinaires.

La présence des huiles et des essences de pétrole dans un réservoir en tôle amène une prompt oxydation des parois intérieures ; aussi emploie-t-on du zinc pour les petits réservoirs, et des tôles galvanisées pour les grands.

Proportions pour mélanges explosifs. — Les principaux mélanges gazeux qui donnent lieu à des explosions sont : le grisou, le gaz d'éclairage et les vapeurs de pétrole. Ces dernières sont surtout de la classe du formène qui constitue le grisou ; de plus, la plupart des pétroles russes sont constitués par des hydrocarbures de la famille de l'éthylène qui domine dans le gaz d'éclairage.

Dans quelles proportions ces gaz doivent-ils être mélangés à l'air ?

Les Ingénieurs des Mines indiquent qu'en dessous de 6 % de grisou, et en dessus de 16 %, le mélange n'est pas explosif ; il l'est au maximum, lorsque le mélange d'air et de grisou contient 7 à 9 % de ce gaz hydrocarbure.

Pour le gaz d'éclairage, les proportions sont un peu différentes, mais il y a aussi un minimum et un maximum de gaz combustible, au-dessus ou au-dessous desquels il n'y a pas explosion (2).

En ce qui concerne le mélange d'air et de vapeurs de pétrole, voici quelques renseignements :

Chandler indique que trois parties d'air pour une de vapeur carburée ne donnent pas lieu à une explosion, mais produisent une forte poussée ; que cinq parties d'air pour une de vapeur donnent lieu à une détonation, et que le degré maximum de violence résulte de l'explosion de 8 à 9 parties d'air mélangées à une partie de vapeur.

D'après MM. Jarvin et Lamansky, des expériences sur les propriétés explosives des mélanges de gaz de naphte et d'air ont donné les résultats suivants (3) :

Volumes de gaz de naphte.	Volumes d'air.	Explosions.
1	4,9 à 5,2	nulle
1	5,6 à 5,8	faible
1	6,0 à 6,5	forte
1	7,0 à 9,0	très forte
1	10,0 à 13,0	forte
1	14,0 à 16,6	faible
1	17,0 à 17,7	très faible
1	18,0 à 22,0	nulle

L'Engineering a publié, l'année dernière, les résultats d'expériences entreprises, à la suite de nombreux accidents survenus dans des navires pétroliers, afin de déterminer dans quelles proportions l'air doit se trouver en présence des vapeurs de pétrole pour former un mélange détonant :

Vapeurs de pétrole.	Air.	Explosions.
1	5	nulle
1	6	faible
1	7 à 9	violente
1	12	forte
1	16	très faible
1	20	nulle

(1) La majeure partie de ce qui suit est empruntée à la *Chimie organique* de MM. Berthelot et Yungfleisch, et au *Dictionnaire de chimie* de Wurtz.

Voir également l'étude publiée dans le *Génie Civil*, tome I, n° 5, p. 99 ; n° 6, p. 124 ; n° 22, p. 545 ; n° 24, p. 396, et la monographie des Etablissements Deutsch (tome XVI, n° 3, p. 120).

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XI, n° 9, p. 144.

(3) Voir le *Génie Civil*, tome XIV, n° 3, p. 46.

Il est donc certain que lorsqu'il y a 5 parties d'air seulement pour une partie de vapeurs de pétrole, il n'y a pas explosion, parce que la quantité d'air est insuffisante.

Lorsque, au contraire, les proportions d'air dépassent 18 pour 1 de vapeur, il ne se produit plus d'explosion, les vapeurs de pétrole dilués dans la masse totale n'étant plus en proportion suffisante.

Entre ces deux limites, les explosions sont d'abord très faibles, puis elles augmentent progressivement jusqu'à un maximum qui correspond à 7 à 9 d'air pour 1 de vapeur, puis les explosions diminuent d'intensité, jusqu'à n'être plus que très faibles et enfin nulles.

Pressions développées. — Il n'a pas été fait d'expériences assez nombreuses pour déterminer la pression développée dans le milieu où l'explosion se produit, mais dans les machines à gaz d'éclairage, les ingénieurs savent que les pressions deviennent 5 à 6 fois plus fortes que la pression initiale. Les explosions de pétrole étant souvent plus désastreuses que celles du gaz, il est permis de penser que les pressions avec 7 à 9 parties d'air produiraient des pressions au moins 6 fois plus grandes que la pression atmosphérique.

Statistique des explosions de pétrole. — Il est certain que c'est à la présence de substances volatiles et inflammables dans le pétrole, qu'a été due la perte corps et biens d'un grand nombre de navires chargés de ce liquide. Plusieurs graves explosions ont été également occasionnées par le pétrole dans des usines ou des magasins. Voici quelques renseignements sur un certain nombre d'accidents connus :

I. — Il y a sept à huit ans, à Firminy (Loire), il se produisit dans la cave d'une maison une violente explosion qui fut d'abord attribuée à des dégagements de grisou qui serait venu de galeries de mines voisines; mais sur le rapport de M. Castel, Inspecteur général des Mines, il fut démontré que c'était une explosion de vapeurs de pétrole qui provenaient du magasin d'un épiciers placé de l'autre côté de la rue, et qui, en vertu de leur densité avaient cheminé dans un conduit d'égout pour arriver dans la cave du voisin.

II. — Le 18 mars 1884, deux explosions de pétrole se produisirent à Paris, l'une dans la maison n° 3 du boulevard Bonne-Nouvelle, l'autre dans les caves d'un restaurant voisin de la rue Saint-Denis. Le premier accident fut déterminé le matin par la concierge, qui était descendue dans sa cave avec une bougie allumée, sans se douter que cette cave pût contenir tout à coup des gaz explosibles; la concierge en fut quitte pour une très forte commotion qui la força à s'aliter pendant un mois. Le deuxième accident se produisit l'après-midi dans une exploration des caves. Cette explosion fut beaucoup plus violente que la première; elle causa la mort du sergent-major des pompiers Hermann, qui fut tué raide, sans être brûlé, et celle de l'officier de paix Viguière, qui eut le crâne fendu; M. Brissaud, commissaire de police, et deux autres agents furent grièvement blessés.

Ce double accident fut causé par l'infiltration, à travers le sol et à travers les maçonneries, de pétrole et surtout d'essence venant de l'arrière-boutique d'un débit d'huile minérale situé dans la rue Saint-Denis. L'expertise démontra que l'imprégnation des terres par l'essence et par le pétrole s'étendait jusqu'à 3^m 43 de profondeur. Les essais chimiques démontrèrent que le pétrole raffiné n'émettait de vapeurs qu'à 41 degrés, et que l'essence donnait des vapeurs à la température de 16 degrés.

III. — En 1887, à Birkenhead, eut lieu l'explosion d'un navire-citerne contenant 2 000 tonnes de pétrole. Elle se produisit dans un réservoir vide avarié dans lequel étaient descendus des ingénieurs avec des lampes à feu nu.

IV. — Le 16 octobre 1888, à Calais, un vapeur pétrolier avait fini le transbordement, dans des réservoirs à quai, de son pétrole brut en vrac; il allait partir pour Newcastle et embarquait son lest d'eau. Il ne faisait pas de vent, et les gaz expulsés par l'eau se sont, sans doute, accumulés sur le pont, où une allumette leur aura communiqué le feu. Le vapeur s'est partagé en deux, et des fragments, dont l'un pesait jusqu'à 5 tonnes, ont été projetés à plus de 200 mètres de distance. Il y avait 2 700 mètres cubes de mélange détonant. La lumière électrique seule était employée à bord. Il y a eu 7 à 8 victimes dont 3 morts.

V. — Le 4 mars 1889, à Port-de-Bouc (Bouches-du-Rhône), un trois-mâts autrichien l'*Itar*, chargé de 2 700 barils d'essence de pétrole, fit explosion, et un incendie s'ensuivit, dont les flammes très élevées étaient accompagnées de fumée noire.

VI. — Vers la même époque, eut lieu à Colombes, près de Paris, une explosion dans une usine à pétrole. L'accident fut causé par l'imprudence d'un ouvrier chargé de faire une soudure autogène à la chemise en plomb d'une citerne en maçonnerie ayant contenu de l'essence. Des fuites avaient imprégné les bois et les parties basses de la citerne, sur lesquelles s'appuyait la chemise en plomb; l'ouvrier avait fait des sections à la chemise métallique et avait lancé de l'air. L'explosion ne fit presque pas de bruit; sur trois hommes, un fut tué, et deux furent blessés par projection, mais aucun d'eux ne fut brûlé.

Statistique des explosions de grisou. — Nous donnons ici quelques chiffres extraits des *Annales des Mines*, et qu'il est intéressant de connaître, puisque c'est à la famille du gaz des marais ou grisou qu'appartiennent les hydrocarbures de la plupart des pétroles.

La Commission instituée par la loi du 26 mars 1877 pour l'étude des moyens propres à prévenir les explosions de grisou, a publié, sous la signature de MM. Petittidier et Lallemand, une série de rapports et de tableaux desquels il résulte: que de 1817 à 1881, pendant une période de 65 ans, il y a eu en France 808 accidents de grisou, sur lesquels 304 ont causé mort d'homme et ont fait 2 894 victimes, dont 1 520 tués et 1 374 blessés. Plus de 500 accidents n'ont pas amené d'accidents de personnes.

Le Conseiller royal des mines à Berlin, M. Hasslacher, a publié, au nom de la Commission du grisou, des chiffres sur les accidents de grisou arrivés en Prusse de 1861 à 1881. Il y a eu 900 cas d'explosions qui n'ont pas été suivis de mort; ils représentent 28,5 % du total des explosions.

Enfin une note a été publiée par M. Walkenaër, Ingénieur des Mines, sur trois explosions de grisou en Angleterre, en 1882, dans le bassin de Durham.

Dans l'explosion de Trimdon-Grange, sur 94 personnes, il y a eu 69 victimes, dont 36 au foyer principal de l'explosion, savoir: 22 hommes plus ou moins brûlés, 2 tués par commotion, et 12 morts par asphyxie sans brûlures.

S'appuyant sur les indications qui précèdent, M. Périssé a cherché à démontrer que l'explosion des deux tanks vides de l'usine Rieth n'avait rien eu que de naturel.

Ces deux tanks 1 et 2, placés dans une fosse commune, étaient vides de liquide au moment de l'explosion. Il n'y avait pas 10 mètres de distance entre la fosse et une chaudière à vapeur allumée, et une forge avec cheminée en tôle. En outre, toutes les fuites d'huile et les eaux huileuses se rendaient dans la fosse, d'où elles étaient extraites par une pompe à vapeur et rejetées dans le polder, de l'autre côté de la chaussée. La température extérieure, au moment de l'accident, avait été relativement très élevée à Anvers; en plein soleil, elle dépassait très probablement 30°. Enfin, d'après le rapport des experts, le pétrole Rieth dégage des vapeurs pouvant prendre feu à 30°.

M. Périssé en conclut que, dans ces conditions, il a pu suffire, soit d'une escarbille enflammée venant de la chaudière, soit d'une étincelle produite par le choc d'un outil en fer ou en acier, soit d'une allumette enflammée jetée par un passant, soit enfin d'une imprudence d'un ouvrier fumeur, pour provoquer l'explosion.

Si l'explosion a été à peu près simultanée pour les deux tanks, c'est que, ouverts tous les deux par le bas, ils ont été en communication par les vapeurs de pétrole plus lourdes que l'air qui existaient dans le fond de la fosse, et qui formaient une nappe continue. Pour expliquer la présence de ces vapeurs, M. Périssé fait observer que lorsqu'on prend de l'huile pour vider un tank, on soutire le liquide par le bas; de l'air entre par le haut au moyen du tube-siphon, qui crée une certaine dépression à l'intérieur, laquelle favorise le mélange avec l'air des parties les plus volatiles du pétrole qui sont en même temps les plus légères. Celles-ci, à la fraîcheur de la nuit, se condensent en partie, et viennent former sur le liquide une couche supérieure qui reste jusqu'à la fin du vidage.

Il en résulte qu'au moment de l'ouverture du tank pour son nettoyage, ce n'est plus de l'huile raffinée qui reste tout à fait dans le fond: c'est un mélange contenant une grande partie d'huiles légères plus volatiles et plus inflammables que le pétrole raffiné qui avait été emmagasiné.

Les huiles raffinées russes de Rieth émettant des vapeurs à 30°, il s'ensuit que c'est au-dessous de 30° que le liquide huileux du fond du tank émet des vapeurs.

Dans la fosse, la présence de vapeurs s'explique naturellement par l'imprégnation du sol. Cette fosse recevait en outre les eaux chaudes venant de l'échaudage des fûts; enfin, il y avait aussi des vapeurs plus lourdes que l'air qui étaient descendues du tank depuis son ouverture.

Les deux tanks vides contenaient, le jour de l'accident, un mélange d'air et de vapeur hydrocarbonnée, le n° 1 surtout, dont les ouvriers avaient complètement vidé le fond le matin même de l'accident. La quantité de ces vapeurs nécessaire pour produire une explosion était bien en dessous de celle qu'avaient pu dégager l'huile et les matières du fond de la fosse.

Les proportions d'air et de vapeur étaient différentes dans les tanks 1 et 2, mais il serait difficile de dire quelle était la proportion des deux mélanges détonants. On peut cependant en avoir une idée par les effets mêmes des deux explosions simultanées.

Recherchant à ce propos la pression intérieure qui a été nécessaire pour faire sauter la calotte du tank n° 1, M. Périssé estime qu'elle peut se calculer très approximativement de la manière suivante :

Le diamètre était de 14 mètres, la hauteur de 7 mètres, et la circonférence de 44 mètres; la surface de la calotte était donc de 154 mètres carrés, et le volume du tank de 1 078 mètres cubes. L'effort pour détacher la calotte résistait par une épaisseur de un millimètre et demi de métal, à raison de 20 kilogr. par millimètre carré, à cause de l'état d'altération de la tôle et du choc, était de 985 tonnes, ce qui correspond à seulement 640 grammes de pression par centimètre carré, c'est-à-dire seulement un peu plus d'une demi-atmosphère. Il a donc suffi d'une surpression de trois quarts d'atmosphère pendant un instant, pour faire sauter la calotte en l'air et la projeter au loin.

Si nous comparons les 640 grammes de surpression aux 5 kilogr. que donnent les mélanges de gaz dans les machines au moment de la déflagration, nous arrivons à cette conclusion forcée que l'explosion des tanks de Rieth doit être classée parmi celles qui sont vers la limite des explosions très faibles.

C'est ainsi que l'on se rend compte du faible bruit et de la faible température développée; d'autant plus que la majeure partie des calories a été dépensée pour briser la calotte. On s'explique également pourquoi les huit ouvriers qui travaillaient dans ce tank n'ont pas été brûlés.

Quant au tank n° 2, les morceaux de sa calotte n'ont été projetés qu'à une très faible distance et dans tous les sens. L'explosion dans ce tank a donc été plus faible, et a été très peu supérieure aux 640 grammes de surpression qui étaient nécessaires.

Les deux tanks ont dû faire explosion simultanément, parce qu'ils étaient en communication par les trous d'homme du bas, plongés dans la nappe de vapeurs de pétrole qui remplissait le fond de la fosse, à

l'exemple de ce qui s'est passé dans un très grand nombre d'explosions de pétrole.

En résumé, M. Périssé a conclu que l'explosion de la cartoucherie avait commencé dans l'entrepôt fictif, et qu'elle avait dû y être provoquée par la chute de la calotte du tank n° 1, qui avait fait explosion au préalable. L'explosion des tanks à pétrole de Rieth aurait donc été la cause première de la catastrophe.

Procès Corvilain. — Les débats du procès relatif à l'explosion de la cartoucherie Corvilain se sont ouverts devant le Tribunal correctionnel d'Anvers, le 14 novembre 1889, et se sont terminés le 22 novembre. Au point de vue technique, nous n'y avons relevé rien de bien important qui ne se trouve déjà dans les rapports d'expertise que nous venons d'analyser.

Il est cependant intéressant de signaler que les experts du Tribunal, après n'avoir donné dans leur rapport aucune explication rationnelle de la présence de morceaux de tôle du tank à pétrole n° 1 sur les terrains de l'établissement Corvilain, ont cru devoir après coup, faire présenter à ce sujet quelques explications nouvelles, par l'un des défenseurs de la partie civile. En voici le résumé :

L'explosion de la cartoucherie a fait déflagrer subitement environ 50 mètres cubes de poudre, soit les 100 000 kilogr. qui se trouvaient dans l'entrepôt. Or il est démontré que les gaz résultant de cette combustion occupent un espace 8 000 fois plus grand que celui de la poudre. La densité de la poudre étant de 2, un mètre cube pèse 2 000 kilogr.; par suite les 100 000 kilogr. ont occupé dans l'air un volume de 400 000 mètres cubes. Il en est résulté une énorme compression atmosphérique, qui a d'abord disloqué et détruit les tanks à pétrole; elle les a bosselés, comme un bidon en fer-blanc, et les a fait fléchir.

En même temps que les tanks recevaient ce formidable choc, une compression extérieure de l'air et du gaz qu'ils renfermaient s'est manifestée. Cette compression s'est produite surtout vers le haut : les gaz et l'air tâchant de s'échapper par le trou d'homme ouvert, elle a achevé de disloquer les calottes, elle les a, en tout cas, détachées. Et alors deux forces ont agi sur elles : la première, expliquée par les experts dans leur rapport, est l'élasticité des tôles qui, reprenant leur première position et la dépassant, ont rejeté la calotte vers la cartoucherie.

Mais au même moment un autre phénomène s'est produit (c'est l'explication nouvelle suggérée par les experts). Les gaz produits par l'explosion, qui étaient arrivés à occuper un volume de 400 000 mètres cubes dans l'espace, se sont refroidis. Ils ont formé une colonne de 1 000 mètres d'élévation; c'est l'immense panache blanc qui a été observé par tous les témoins de la catastrophe. Par suite du refroidissement, la compression de l'air a diminué dans une énorme proportion, et une dépression atmosphérique s'est produite tout à coup, un énorme drainage d'air s'est manifesté vers le sens de l'axe de ce panache. Cette dépression était aussi irrésistible que la première compression; elle a rencontré la calotte détachée des tanks et, avec une force nouvelle, l'a rejetée vers la cartoucherie.

Les experts ont prétendu démontrer ainsi que les calottes des tanks, détériorées d'abord par la pression des gaz développés, avaient ensuite subi l'effet d'attraction du vide résultant de la condensation presque immédiate de ces gaz, et avaient été attirées vers l'entonnoir, au centre de l'explosion. Cet effet de vide relatif avait d'ailleurs été ressenti dans toute la ville d'Anvers : des murs avaient été renversés, des portes enfoncées, des vitres brisées, par l'effet d'une poussée de dehors en dedans, tandis qu'à côté l'effet inverse se produisait, la pression s'exerçant de l'intérieur vers l'extérieur. Le même effet avait dû se produire près du centre d'explosion, car dans l'établissement même de M. Rieth, les toitures des hangars en tôle galvanisée et ondulée, au lieu d'être chassées au loin en rayonnant autour du centre explosif, étaient en partie revenues vers ce centre.

De son côté, M. Périssé a exposé avec beaucoup de compétence et d'autorité les raisons qui lui paraissaient devoir faire remonter la cause première du désastre à l'explosion préalable des tanks à pétrole de M. Rieth. Sa consultation, remarquable au point de vue technique, a produit un grand effet sur l'auditoire. Néanmoins le Tribunal, estimant que M. Corvilain devait être avant tout puni pour dépôt de poudre non autorisé et pour les imprudences relevées à sa charge, l'a rendu responsable, lui et son Ingénieur, des conséquences de la catastrophe. Voici, d'ailleurs, les principaux dispositifs de ce jugement, qui a été rendu le 27 novembre dernier :

Préventions relatives à Corvilain seul :

a) Inculpation relative à l'établissement d'une chaudière sans autorisation avant le 6 septembre : 100 francs d'amende (subsidairement 8 jours d'emprisonnement), et les frais ;

b) Etablissement d'une usine-fonderie de plomb sans autorisation avant le 7 août : 100 francs d'amende (subsidairement 1 mois de prison), et les frais ;

c) Transport de poudre sans autorisation et emmagasinage à bord de l'Eleveur d'une partie de plus de 75 kilogr. : deux peines de 15 jours d'emprisonnement et confiscation du dépôt et les frais.

Préventions relatives à Corvilain et Delaunay :

Etablissement sans autorisation d'un dépôt de poudres ayant entraîné la mort de plusieurs personnes et des lésions corporelles par la déflagration d'environ 100 000 kilogr. de poudre contenus dans des cartouches métalliques emmagasinées dans la succursale d'entrepôt, ce dépôt n'ayant pas été autorisé, les deux prévenus ayant la direction de l'usine et ayant accumulé les imprudences : Corvilain, 4 ans d'emprisonnement et 300 francs d'amende (subsidairement 2 mois) ; Delaunay, 1 an d'emprisonnement et 100 francs

d'amende (subsidairement 15 jours d'emprisonnement), 1/5 des frais incombant à Delaunay, les 4/5 restants à Corvilain ; frais récupérables par la voie de la contrainte par corps, laquelle est fixée pour Corvilain à 3 mois et pour Delaunay à 1 mois.

Sur les conclusions des parties civiles, accorde à Jacquet 2 000 francs, à Smeraldi 400 francs, à Daune 25 francs, à la veuve Van Baelen 8 750 francs ; les prévenus sont condamnés en outre aux frais.

M. Corvilain avait seul fait appel de ce jugement du Tribunal correctionnel d'Anvers ; mais la Cour d'appel, au lieu d'abaisser la peine prononcée contre lui, l'a condamné à quatre ans et sept mois de prison. Après l'arrêt de la Cour, M. Delaunay, Ingénieur, a été gracié et mis en liberté. Enfin, la Cour de Cassation de Belgique vient de rejeter, le 9 avril dernier, le pourvoi de M. Corvilain contre l'arrêt de la Cour d'appel.

CH. TALANSIER.

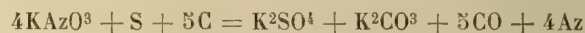
CHIMIE INDUSTRIELLE

LES POUDRES SANS FUMÉE

(Suite et fin.)

III. Poudres sans fumée. — Si, à l'inverse des poudres noires ordinaires, les grands explosifs tels que la nitroglycérine et le fulmicoton ne donnent qu'une faible fumée, c'est parce que les produits de leur décomposition sont des gaz simples.

Prenons, par exemple, une poudre noire ; le dernier résultat produit par son explosion peut s'établir approximativement par la formule suivante :



c'est-à-dire qu'il y a formation de sulfate et de carbonate de potasse. En admettant qu'il y ait détonation complète, il est probable qu'il se fait une première décomposition en éléments simples volatilisés, puis le contact de l'air donne lieu à des recombinaisons. On aurait d'abord des vapeurs de soufre et de potassium, puis du sulfure de potassium, et enfin du sulfate et du carbonate de potasse.

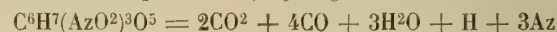
Ces corps solides produisent la fumée que vient encore épaissir la présence du charbon généralement en excès ou inutilisé.

En remplaçant le nitrate de potasse par le nitrate d'ammoniaque, la fumée est moindre, parce que le sel ammoniacal, en se décomposant, ne donne que des gaz et de la vapeur d'eau.

La détonation de la nitroglycérine est plus simple, car elle donne de l'acide carbonique, de l'eau, de l'azote et de l'oxygène, tous gaz simples, suivant la formule suivante :



De même, le fulmicoton dégage des gaz simples : acide carbonique, oxyde de carbone, vapeur d'eau, hydrogène et azote.



C'est ainsi que l'on a été amené à utiliser la nitroglycérine et le fulmicoton pour fabriquer des poudres de guerre, puis à donner la préférence aux nitrocelluloses solubles, pour les raisons que nous avons établies précédemment, et comme le démontrent les différentes préparations que nous allons indiquer.

Les nitrocelluloses qui servent à préparer les poudres sans fumée, sont dissoutes dans un liquide volatil qui, après évaporation, laisse une masse plus ou moins transparente, plus ou moins cassante, que l'on transforme ensuite en grains ou en écailles.

On emploie la nitrocellulose seule ou mélangée avec un ou plusieurs agents oxydants, ou encore avec certaines matières qui, comme le camphre ou la benzine, ont la propriété de ralentir la vivacité de l'explosion.

Les dissolvants doivent sécher très vite, ne pas absorber l'humidité de l'air, et surtout ne pas altérer la composition ou les qualités de la poudre. Parmi les nombreux dissolvants qui ont été préconisés, citons :

L'alcool méthylique ou éthylique avec l'éther sulfurique ;
L'acétate d'amyle seul ou avec l'alcool amylique ;
L'acétate de méthyle ;
L'acétone ;
Le chloroacétone de chloroamyle ;
L'éther acétique ;
L'acide acétique cristallisable ;
La benzine raffinée ;
La nitrobenzine pure ;
Et, en général, les hydrocarbures nitrés de la série aromatique, etc.

En résumant ce qui précède, on peut dire que les difficultés de fabrication d'une poudre sans fumée consistent :

1° Dans la préparation d'une nitrocellulose de composition constante et homogène, aussi complètement soluble que possible, et ne laissant pas de résidu cellulosique ou carbonacé ;

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 24, p. 467.

2° Dans le choix d'un dissolvant non hygroscopique et donnant avec la poudre une substance indécomposable dans les conditions ordinaires de préparation, de manipulation et d'emmagasinage, et susceptible d'être conservée sans détérioration, pendant plusieurs années, avec les simples précautions usuelles.

Nous allons passer en revue les principales poudres sans fumée pour armes de guerre.

1° *Poudre Vieille*. — La poudre Vieille, en usage dans l'armée française depuis 1887, est une des plus anciennes.

Le secret de sa composition a été jusqu'à présent admirablement gardé, et aucune puissance n'a encore pu trouver une poudre équivalente.

On sait seulement que ses effets balistiques sont des plus remarquables, et qu'elle présente le rare avantage de se conserver longtemps sans se détériorer et sans perdre aucune de ses qualités.

2° *Poudre Abel*. — Sir Fred. Abel a breveté en Angleterre, le 15 novembre 1886, une poudre sans fumée, sous le nom de *Smokeless explosive*.

Elle est composée de :

Nitrocellulose pulvérulente et sèche	100 p.
Nitrate d'ammoniaque desséché	10 à 50 p.

Le mélange de ces deux substances est pétri avec de l'huile ou de l'essence de pétrole, puis moulé en blocs, prismes ou grains.

La compression chasse une partie du pétrole, et le reste est expulsé en chauffant modérément.

On traite ensuite par un dissolvant qui ne fait que dissoudre superficiellement la nitrocellulose en formant autour des grains ou blocs une sorte de vernis protecteur.

On peut mélanger préalablement le dissolvant avec le pétrole.

3° *Poudre Turpin*. — M. Turpin a fait breveter, en 1888, la poudre suivante :

On dissout la nitrocellulose dans la nitrobenzine, un hydrocarbure nitré de la série aromatique, l'aniline, les aldéhydes, le nitroamidon, l'acétone, les éthers, etc., ou encore l'ammoniaque en dissolution dans un éther, sulfurique ou autre.

La pâte est égouttée, comprimée, desséchée et finalement découpée en petits fragments.

Pour retarder la rapidité de la combustion, on ajoute du camphre, de la paraffine, de la nitrobenzine, du nitrotoluol, etc.

4° *Poudre-papier de Wetteren*. — La grande poudrerie belge de Wetteren fabrique, depuis 1888, une poudre sans fumée en dissolvant la nitrocellulose mélangée avec du nitrate de baryte, dans l'acétate d'amyle. On sèche en feuilles et on divise ensuite en fragments carrés de 2 millimètres de côté et d'une très faible épaisseur.

Cette poudre a une couleur de feuilles mortes. Elle est connue, dans la fabrication courante, sous la désignation de N° 32.

5° *Poudre Gaens (1889)*. — M. Fred. Gaens fabrique à Hambourg une poudre sans fumée dont la composition est la suivante :

Nitrocellulose	25 p.
Nitrate de potasse	60 p.
Ulate d'ammoniaque	15 p.

On dissout dans l'éther acétique, puis on comprime la masse, on la granule et on la dessèche.

L'ulmate d'ammoniaque est obtenu en traitant la tourbe par l'ammoniaque.

6° *Poudre Wolf*. — La firme Wolf et C^{ie}, à la fabrique autrichienne de fulmicoton de Walsrode, recouvre les grains de fulmicoton d'un vernis protecteur en dissolvant superficiellement la nitrocellulose, au moyen d'éther acétique ou de nitrobenzine. Ce vernis retarde la combustion de la poudre, qui peut dès lors être employée sans danger dans les armes.

7° *Poudre Maxim*. — M. Maxim, l'inventeur des mitrailleuses bien connues, fabrique une poudre sans fumée par le procédé suivant :

On chauffe de l'éther acétique au bain-marie, et la vapeur produite est envoyée dans un cylindre rempli de fulmicoton; on a préalablement fait un vide d'air partiel. Le fulmicoton s'imprègne d'éther; quand il est saturé, on le comprime, on chasse ensuite l'excès d'éther par évaporation, et finalement on granule ou on pulvérise.

8° *Poudre Hengst (1889)*. — M. Ch. Fred. Hengst emploie la paille d'avoine, qui demande un soin particulier pour être purifiée. Il la transforme ensuite en nitrocellulose soluble, comme la *paléine* que M. Lanfrey préparait, il y a quelques années, à l'usine d'Arrendonck (Belgique).

Le produit obtenu est maintenu, pendant une période variant de 2 à 6 heures, dans un bain bouillant composé de la manière suivante :

	kilogr.
Eau	1.000 »
Salpêtre	12,50
Chlorate de potasse	3,125
Sulfate de zinc	12,50
Permanganate de potasse	12,50

On laisse refroidir, puis on expulse les liquides par compression, et l'on transforme ensuite en grains ou en poudre fine.

9° *Poudre Johnson-Borland*. — On sature la nitrocellulose avec une solution de camphre dans un dissolvant volatil. En chauffant ensuite à une température inférieure à 100°, le dissolvant disparaît et le camphre reste intimement mélangé avec la nitrocellulose.

On chauffe de nouveau, mais en vase clos, et le camphre produit une sorte de vernis, tandis que la masse prend une grande dureté.

C'est une préparation analogue à celle du *celluloid*.

10° *Poudre Nobel*. — Sa composition est celle d'une nitrogélatine, ou plutôt elle renferme tous les éléments de la gélatine de guerre :

Nitroglycérine	100
Nitrocellulose	50 à 200
Camphre	10 à 25

On commence par dissoudre le camphre dans la nitroglycérine, puis on ajoute 200 à 400 parties de benzine ou d'acétate d'amyle et enfin la nitrocellulose. On fait évaporer la benzine, puis on lamine la masse entre des rouleaux creux chauffés à 50 ou 60° par un courant de vapeur. On obtient des feuilles que l'on découpe ensuite en grains cubiques.

M. Nobel ayant reconnu que la présence du camphre, corps très volatil, ne permettait pas d'obtenir des produits toujours constants, a proposé une nouvelle formule.

On gélatinise 50 parties de nitroglycérine avec 50 parties de dinitrocellulose en ajoutant la quantité nécessaire de benzine. On évapore ensuite la benzine et on termine comme précédemment. Le camphre serait donc complètement ou tout au moins partiellement supprimé.

La poudre Nobel est brune; elle est divisée en petits fragments cubiques de 1^{mm}3 de côté. C'est une des poudres sans fumée essayées par les Allemands.

11° *Cordite*. — La cordite, imaginée par sir Fred. Abel, est, comme la poudre Nobel, préparée avec une gélatine de guerre.

On étire la matière en filaments analogues au vermicelle, on les recoupe à la longueur des cartouches et on les assemble en faisceaux.

La cordite est de couleur brun clair.

12° *Poudre Emmens ou gellite*. — Le Dr Emmens, de New-York, a inventé une poudre sans fumée qui est actuellement à l'essai aux États-Unis (1890).

C'est une nitrocellulose saturée de picrate d'ammoniaque. On la prépare à l'aide de papier, que l'on nitrifie par les mêmes procédés que le coton. Le nitro-papier ainsi obtenu, ayant été lavé, puis neutralisé au carbonate d'ammoniaque, est chauffé avec de l'acide picrique. On fait ensuite passer dans la masse un courant de gaz ammoniac, qui transforme l'acide picrique en picrate d'ammoniaque.

Cette poudre laisse peu de fumée; elle donne, dit-on, de très bons effets balistiques.

Telles sont les principales poudres sans fumée actuellement connues. Nous n'avons pas discuté leur valeur, et nous nous bornerons à résumer les qualités ou propriétés que doit avoir la poudre *idéale*. Elle doit :

Se fabriquer et se manipuler sans danger;

Brûler à l'air libre sans déflagration, et n'exploser que dans un espace clos;

Donner une grande vitesse initiale, et par suite un tir très tendu;

Développer une pression modérée à l'intérieur des armes;

Ne pas encrasser les armes;

Laisser peu de fumée;

Se conserver en magasin sans détérioration.

Différente de la poudre noire, qui se prête à tous les services et à tous les calibres d'armes, la poudre sans fumée n'a pas encore pu, jusqu'à présent, se généraliser dans ses emplois. Il faut la modifier suivant les dimensions de l'arme, car elle doit brûler d'autant plus lentement que le calibre de la chambre de combustion est plus petit.

Ce n'est là, d'ailleurs, qu'un inconvénient auquel on ne tardera pas à remédier, avec les perfectionnements que l'on apporte tous les jours à la fabrication des poudres sans fumée.

Disons toutefois, pour terminer, que, de l'aveu de tous, le fusil de guerre français, modèle 1886, du calibre de huit millimètres, est on ne peut mieux approprié à l'usage de la poudre Vieille.

P.-F. CHALON,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

EMPLOI D'UNE TURBINE RÉVERSIBLE à l'intérieur d'une mine.

(Planche XLI.)

La Société des houillères de Montrambert et de la Béraudière (Loire) a considérablement augmenté, ces dernières années, ses moyens de production. Le puits de l'Ondaine, entre autres, creusé jusqu'à 406 mètres, doit être poussé plus avant; mais, au lieu d'approfondir tout d'abord le puits et de creuser ensuite, par ce puits, les galeries principales du nouvel étage, comme on l'avait fait jusqu'à présent, il a paru préférable de commencer les préparations de l'étage de 456 par le creusement d'un grand travers-banc, au moyen d'une descente qui aboutit sensiblement au centre des travaux à exécuter. Cette disposition, fournissant immédiatement deux points d'attaque, réduira la durée de ces travaux d'au moins deux ans. L'installation générale que nous allons décrire a été faite sous la direction de M. Griot, Ingénieur divisionnaire de la Société des houillères.

Pour remonter les produits par la descente dont nous venons de parler, du niveau de 456 au niveau de 406, on a songé à utiliser les eaux qui descendent actuellement de 356 à 406.

Un jaugeage des courants a montré que le débit utilisable était de 8 litres par seconde. Pour une chute verticale de 50 mètres, le travail théorique de l'eau est de 34 650 000 kilogrammètres. En supposant un rendement de 40 %, le travail pratique est de 13 860 000 kilogrammètres.

Comme on aura à extraire au maximum, par 24 heures, 250 bennes de remblais et d'eau d'un poids de 900 kilogr., correspondant à un travail de 11 250 000 kilogrammètres, la quantité d'eau sera donc largement suffisante.

La turbine étant un excellent récepteur hydraulique pour les grandes chutes, on a confié l'étude et l'exécution d'une turbine appropriée au cas en question à MM. Crozet-Fourneyron et C^{ie}, qui construisent en grand nombre ces appareils.

Cette turbine est à axe horizontal; elle a 0^m 66 de diamètre et fait 600 tours par minute. Elle est réversible et constitue en quelque sorte deux turbines à aubes opposées, de manière à pouvoir renverser le sens du mouvement de rotation à l'aide d'une vanne.

La turbine et le treuil sont montés sur un châssis en fers à T posé sur une fondation en maçonnerie et maintenu par des buttes prenant leur point d'appui sur le toit de la galerie. La turbine se compose de deux couronnes, avec aubes inclinées en sens contraire, donnant la marche avant et la marche arrière.

L'eau est introduite par un distributeur double correspondant à chaque couronne; deux vannettes commandées par un pignon permettent d'introduire l'eau sur une couronne ou sur l'autre, en démasquant le nombre d'orifices nécessaire, ou de fermer tous les orifices en se mettant dans la position moyenne. Lorsqu'on introduit l'eau d'un côté, tous les orifices de l'autre côté sont fermés.

Les orifices pour chaque couronne sont au nombre de trois, correspondant à un débit total de 45 litres par seconde environ; il est nécessaire, en effet, d'avoir à sa disposition un travail considérable pour le démarrage, travail qu'on réduit aussitôt que les bennes sont en marche. La commande des vannes se fait au moyen d'une roue à poignée, ayant quelque analogie avec la roue d'un gouvernail de navire. La manœuvre est des plus faciles et des plus précises; elle a lieu en tournant la roue dans un sens ou dans l'autre, sans quitter du regard les bennes en mouvement.

Le distributeur est surmonté d'un réservoir d'air indispensable pour éviter les coups de bélier dans la conduite; pendant quelques essais faits sans réservoir, la pression montait à 9 kilogr. lorsqu'on fermait les orifices. Il est facile de remplir ce réservoir d'air; il suffit pour cela de fermer la vanne d'arrivée de l'eau et de vider la turbine à l'aide du volant de changement de marche. Un tube de niveau d'eau, fixé sur le réservoir, indique le moment où cette opération est nécessaire.

Le réservoir d'eau qui alimente la turbine a été creusé dans une couche de houille; il a une section de 4 mètres carrés et une longueur de 50 mètres; sa capacité est donc de 200 mètres cubes.

La prise d'eau se fait au moyen d'un siphon terminé par une crépine et un clapet de pied; à la partie supérieure du siphon se trouvent une tubulure d'amorçage et un clapet de sûreté. Le maximum de hauteur d'aspiration est de 2^m 50; le siphon s'engrène très facilement à l'aide d'une pompe à bras.

La conduite suit les galeries et arrive à l'étage inférieur après un parcours de 140 mètres environ. Cette conduite, en tôle d'acier, de 0^m 16 de diamètre intérieur, peut débiter 23 litres par seconde avec une vitesse de l'eau de 1^m 15 et une perte de charge de 0^m 012 par mètre courant. Un plus faible diamètre aurait augmenté la perte de charge et, en donnant une plus grande vitesse à l'eau, l'importance des coups de bélier lors de la fermeture de la vanne de distribution.

On a dû prévoir le cas d'une rupture des tuyaux, rupture qui,

à cause du siphon, pourrait amener toute l'eau du réservoir, en un quart d'heure, dans le bas des travaux et causer des accidents. Pour éviter cela, on a interposé sur la conduite deux clapets de sûreté, l'un tout près du réservoir, au sommet du siphon, et l'autre près de la turbine.

Les appareils automatiques sont constitués par un boulet en fonte, de 0^m 20 de diamètre, placé sur deux nervures ayant une inclinaison de 14 degrés, qui se met en mouvement lorsque le débit de la conduite dépasse le double de celui de la turbine, auquel cas la vitesse de l'eau est d'environ 3 mètres; le boulet bouche alors hermétiquement l'orifice du tuyau. En cas de rupture de la conduite, la vitesse de l'eau devant dépasser 10 mètres près du siphon et 30 mètres en bas de la conduite, on voit que ces clapets présentent toute garantie; le boulet entraîné par le courant vient fermer la conduite.

Les étages de la mine sont établis à 50 mètres les uns des autres, mais la chute réelle n'est que de 48 mètres en moyenne, différence résultant de la situation du réservoir et de la hauteur de la turbine. L'eau d'évacuation de la turbine se rend au puits d'extraction par un caniveau pratiqué dans les galeries.

La descente, ou plan remorqueur, creusée dans une planche de houille avec une pente moyenne de 30 degrés et 100 mètres de longueur, sert à élever les produits des préparations de l'étage de 456, à l'aide d'un tourniquet semblable à ceux des plans à chariot porteur.

Le mouvement de la turbine est transmis à ce tourniquet au moyen d'une chaîne de Galle et de deux roues dentées, de même diamètre, fixées l'une sur l'arbre du tourniquet, et l'autre sur l'arbre de la roue hélicoïdale actionnée directement par la turbine.

On a choisi ce mode de transmission à cause des mouvements de terrains. Le tourniquet n'étant lié à la turbine que par une chaîne, il est toujours facile de le ramener dans une position convenable.

La même raison a fait placer tout le système de la turbine, de la vis sans fin, de la roue hélicoïdale et de la première roue dentée, sur un châssis en fers à T à larges ailes de 0^m 20 de hauteur.

Ce châssis est simplement posé sur deux fers à T, de même section, reposant sur un béton de 0^m 35 d'épaisseur, et qui sont maintenus en place par des buttes fortement serrées contre le toit de la couche.

Nous avons dit que la turbine faisait 600 tours par minute. L'axe de la turbine porte une vis sans fin, à filets convergents, qui engrène avec une roue hélicoïdale faisant 25 tours pour 600 tours de la vis, soit 1 tour pour 24 de la turbine. La roue et la vis sont taillées avec filets convergents suivant un tracé qui permet d'avoir en prise le nombre de dents que l'on désire: les surfaces en contact sont relativement grandes; on peut ainsi aborder des transmissions de mouvement par vis, avec de grands efforts et de grandes vitesses. Le taillage de ces roues et de ces vis s'obtient mécaniquement au moyen d'une machine spéciale.

Le diamètre des roues dentées de la chaîne de Galle étant le même sur le tourniquet et sur l'arbre de la roue hélicoïdale, et le diamètre moyen de l'enroulement des câbles sur le tourniquet de 0^m 80, la vitesse de marche des bennes, dans la descente, se trouve ainsi de 1 mètre par seconde.

Les essais de la turbine et du treuil ont été faits au moyen d'une benne remorquée avec un seul câble, non équilibrée par la benne vide descendante: on a arrêté la charge au milieu du plan incliné et on est reparti sans difficulté aucune. La recette des bennes au sommet du plan est très étroite; il faut arriver en modérant la vitesse et s'arrêter avec une très grande précision. Ces manœuvres s'exécutent avec une régularité parfaite.

L. KNAB,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

NOUVEAU POËLE-CHEMINÉE

La question du chauffage domestique a donné lieu ces temps derniers à la création de nombreux appareils admis à l'Exposition universelle de 1889. Il ressort, pour nous, de l'étude approfondie de ces systèmes, qu'aucun d'eux n'a donné jusqu'ici la solution d'un problème que nous considérons comme le plus important en la matière: à savoir la ventilation nécessaire dans les lieux habités.

Tous ces appareils, très ingénieusement imaginés, produisent économiquement la chaleur recherchée, et sont, à cet égard, très supérieurs à l'âtre de nos pères et même à la cheminée moderne.

Il est certain, en effet, que cette dernière laisse beaucoup à désirer en raison de la déperdition de la majeure partie de son calorique, entraîné dans la gaine de fumée servant à l'élimination des produits de la combustion, et aussi parce qu'elle donne lieu à un renouvellement excessif de l'air ambiant.

Il est superflu de rappeler à ce sujet que la quantité d'air passant normalement dans un foyer ouvert ordinaire est de plusieurs centaines de mètres cubes par heure, et d'ajouter que ce volume augmente en proportion de l'activité donnée au feu, en produisant des courants froids, sifflants et insupportables.

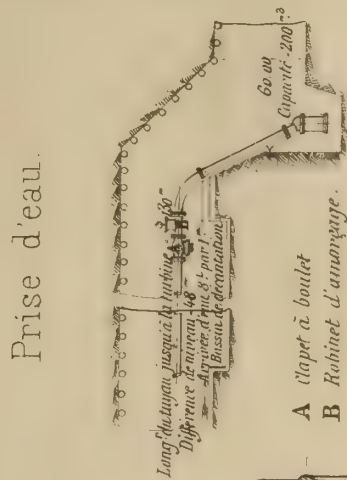
TURBINE REVERSIBLE ACTIONNANT UN TREUIL.

Légende

- A Vanne de fermeture.
B Réservoir d'air.
C Vanne de changement de marche.
D Volant.

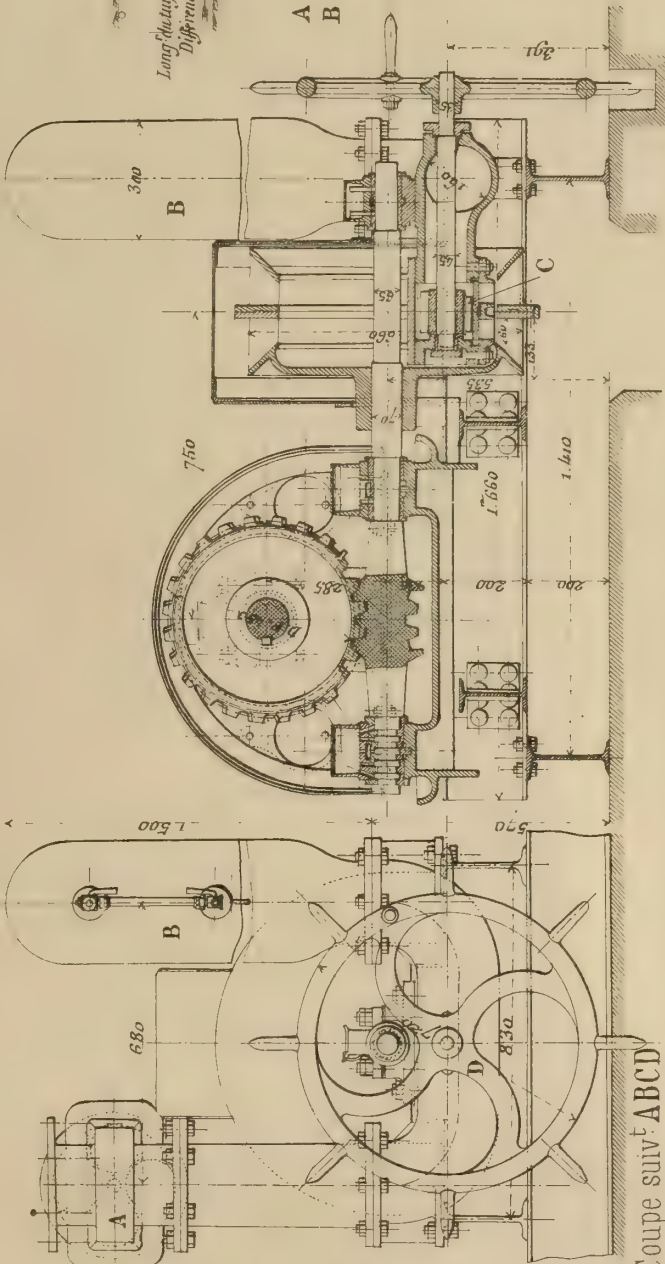
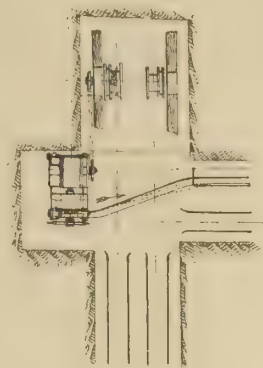
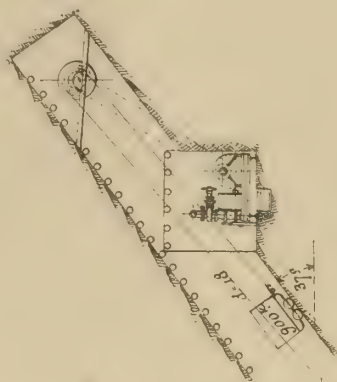
Données

Poids des bornes pleines	900 ^k
Diamètre du câble	18 ^{mm}
Longueur du plan incliné	100 ^m
Différence des niveaux	48 ^m
Pression d'eau à la turbine	160 ^{mm}
Diamètre de la conduite	140 ^{mm}
Longueur	140 ^m
Nombre de tours de la turbine	600
d° du treuil	25
Vitesse maximum de la benne	0 ^m 300

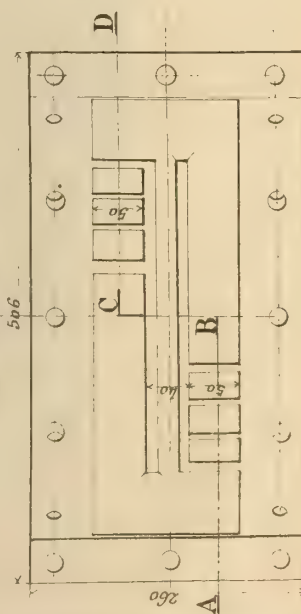
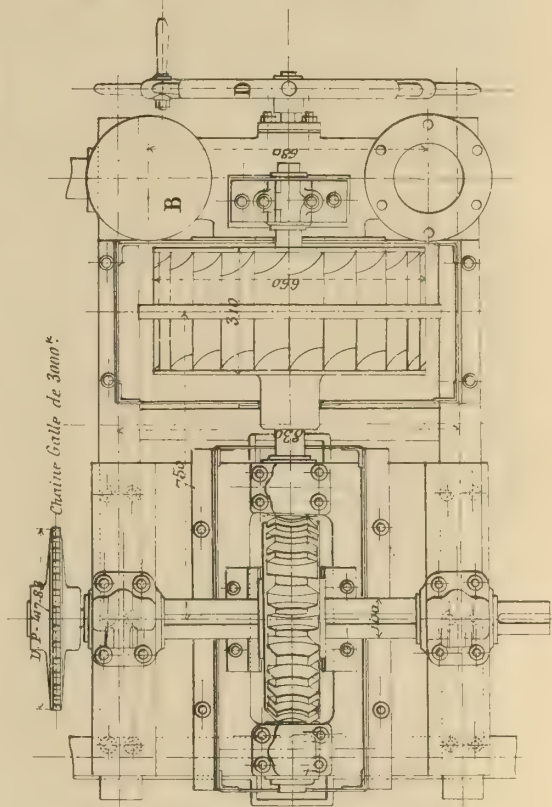
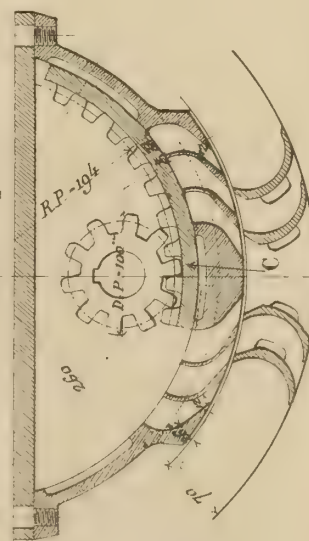


- A Clapet à boulet
B Robinet d'amorçage.

Installation de la turbine
et du treuil.



Distributeur. ○ Coupe suiv. ABCD



Ces graves inconvénients disparaissent, il faut le reconnaître, avec les nouveaux systèmes économiques et pratiques sur lesquels l'attention s'est vivement portée en ces temps derniers. Mais il n'est pas moins constant qu'en voulant éviter la ventilation exagérée de la cheminée vulgaire, les innovateurs ont dépassé le but, au grand préjudice de l'hygiène.

En effet, un appareil clos n'admet que le volume d'air nécessaire à la petite masse de charbon qu'il consomme. Or, les poêles ou appareils clos brûlent environ un demi-kilogramme de combustible à l'heure et n'exigent à cet effet que 15 à 20 mètres cubes d'air, quantité presque insignifiante, comparativement à celle de 200 mètres, nécessaire pour la bonne ventilation d'une pièce moyenne.

Il en résulte que l'atmosphère de l'appartement habité n'étant, pour ainsi dire, pas renouvelée, devient malsaine par le seul fait de l'accumulation des produits de la respiration.

D'autre part, la température s'élève parfois dans les foyers métalliques au point de rougir les parois intérieures enserrant le feu ; dès lors, ces parois deviennent perméables et laissent passer, à la façon d'un filtre, l'oxyde de carbone provenant d'une lente combustion. Si, au contraire, la température est basse, la chaleur, au niveau de la buse de sortie des gaz émanant du feu, devient insuffisante pour échauffer convenablement la cheminée ; le tirage s'arrête et les produits toxiques de la combustion se répandent dans l'appartement.

C'est là que réside le plus grand danger des poêles qui nous occupent, et l'on a vu des accidents mortels survenir dans ces conditions, notamment après le transport de l'un de ces foyers mobiles dans une pièce voisine de celle où il se trouvait, et sa mise en communication avec une cheminée froide.

La nécessité s'impose donc de renoncer à ces appareils, condamnés, malgré leurs avantages économiques, par les lois impérieuses de l'hygiène, et de revenir aux foyers franchement ouverts, seuls aptes à donner une ventilation indispensable.

Mais les combustibles difficiles à brûler comme l'anthracite, que les poêles clos utilisent si bien, ne peuvent être employés dans ces foyers ouverts, dont le type est la cheminée d'appartement ordinaire.

En effet, la baie qu'ils présentent à leur face antérieure admet un volume d'air considérable qui passe au-dessus du feu et s'engouffre dans le canal de fumée avec les gaz de la matière en ignition qu'il refroidit, coupant ainsi le tirage nécessaire à la combustion du charbon sous-jacent.

Dès lors, cette combustion languit et si, pour la ranimer, on baisse la trappe ou rideau disposé à cet effet, afin d'obliger l'air à traverser le combustible, on exagère à ce point l'allure du feu qu'il faut bientôt mettre fin à cet expédient passager pour retomber presque aussitôt dans les inconvénients signalés ci-dessus ; alors presque tout le calorique dégagé est absorbé par la cheminée, refroidie constamment par la masse d'air introduite et mélangée avec les produits de la combustion.

Si, dans ces conditions, le bois sec et le charbon de très bonne qualité brûlent passablement, il en est tout autrement des charbons médiocres et notamment de l'anthracite qui ne brûle pas du tout.

Comment remédier à cette marche vicieuse ? Comment utiliser tous les combustibles en en tirant pratiquement tout le parti possible, sans préjudice pour la santé ?

Tel est l'objectif auquel il faut s'attacher et qui peut être atteint au moyen d'une disposition qui, en son principe essentiel, a déjà réussi pour d'autres applications industrielles, nécessitant l'emploi de toute matière combustible sans le secours d'un tirage énergétique.

Cette disposition très simple comporte les éléments suivants (fig. 1) :

A. Un foyer de cheminée ordinaire, constitué, pour le fond et les parois latérales, par trois dalles en terre réfractaire dans lesquelles une grille est encastrée ;

B. Au-dessus de cette grille et à une faible distance, une autre dalle réfractaire, formant couverture et ne laissant à la partie antérieure du foyer qu'un orifice étroit pour le passage des produits de la combustion ;

C. Une enveloppe métallique renfermant le foyer en matière réfractaire qui vient d'être décrit ;

D. Un tube aplati ouvert à ses deux extrémités obligeant les gaz à chauffer toute la surface métallique supérieure et augmentant cette surface. Ce tube peut être remplacé par un four pour réchauffer et même cuire des aliments.

Le but et la raison d'être des divers éléments de cet appareil s'expliquent facilement.

Le rayonnement de la dalle servant de couverture élève la température du combustible, qui brûle ainsi forcément, malgré les conditions défectueuses inhérentes aux foyers ouverts.

L'exiguïté calculée de l'orifice ménagé au devant de la dalle susmentionnée pour le passage des gaz, limite d'une façon précise l'introduction de l'air par la face ouverte du foyer : de cette façon, on obtient une ventilation réglée sans préjudice pour la combustion, et

un tirage dans la gaine de fumée d'autant meilleur que le mélange des gaz dégagés par le feu et de l'air admis est plus chaud par suite du moindre volume de ce dernier, et acquiert une force ascensionnelle plus grande.

Enfin, l'enveloppe métallique constitue une surface rayonnante permettant l'utilisation de la majeure partie du calorique produit, et cela, sans qu'il y ait lieu de craindre un trop grand échauffement de cette surface, préservée du contact direct du feu dans sa partie inférieure par les parois réfractaires de l'âtre, et dans sa partie supérieure par le courant de l'air ambiant introduit.

Les avantages de ce système peuvent se résumer comme il suit :

- 1° Feu ouvert, rayonnant directement ;
- 2° Ventilation énergique sans arrêt possible ;
- 3° Exclusion de l'oxyde de carbone, brûlé par l'air introduit ;
- 4° Persistance du feu pendant la nuit ;
- 5° Utilisation de la plus grande partie du calorique, produit économiquement ;
- 6° Règlement sans registre ; on obtient les variations de température en couvrant plus ou moins le feu avec de la cendre.

MICHEL PERRET.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LES ÉTRANGERS EN FRANCE

et les lois restrictives de l'immigration étrangère.

(Suite et fin.)

II. — C'est un état général d'esprit parmi les classes ouvrières que ce sentiment de jalousie contre les immigrants étrangers, ce désir d'exclusion de ces nouveaux concurrents ; et on peut même dire que ce sentiment s'est répandu dans presque tous les milieux : les entrepreneurs en sont venus à redouter la venue d'entrepreneurs étrangers, amenant souvent, du reste, avec eux, des ouvriers de leur pays ; les divers producteurs, eux aussi, manufacturiers, industriels de toute sorte, en sont arrivés à demander l'exclusion des produits étrangers, du moins dans les travaux d'intérêt public, soit de l'État, soit des départements ou des communes. Aussi cette crainte de la concurrence étrangère, ce désir d'éviter la lutte avec l'étranger, s'est manifesté partout et de bien des façons diverses, notamment dans les Conseils généraux, où il ne se passe point, pour ainsi dire, de session où quelque vœu ne soit émis, tendant à l'adoption d'une loi, de mesures quelconques excluant les étrangers, en tant qu'employés ou qu'ouvriers, soit des Compagnies de chemins de fer, soit des grandes entreprises de travaux publics.

Il est assez peu aisé d'analyser le sentiment qui dirige les esprits dans cette campagne contre l'immigrant étranger, ou plutôt c'est bien la crainte qui poursuit l'ouvrier indigène de voir l'étranger venir lui enlever le travail et faire baisser les prix, en offrant ses bras au rabais. Du reste, si l'ouvrier lui-même n'a pas su exposer les raisons qui le font agir, du moins s'est-il trouvé des avocats de cette cause qui l'ont plaidée en cherchant tous les arguments à présenter, faisant le procès général de l'immigration étrangère.

Un des premiers arguments, peut-être un des plus sérieux, qu'on met en avant, et qui justifierait, non pas des mesures d'exclusion, mais certaines dispositions d'équité, c'est que l'ouvrier et l'employé français ne se trouvent pas dans une situation favorable, bien au contraire, vis-à-vis de leurs concurrents, ouvriers et employés étrangers. Cette grande inégalité consiste précisément en ce que l'étranger, qu'il soit ou non en règle vis-à-vis de son pays d'origine au point de vue des exigences militaires, n'est pas soumis au service militaire de la France, dont il accepte pourtant l'hospitalité avec tous les avantages qu'elle peut lui procurer, où il trouve à s'établir souvent, à gagner sa vie ou même à faire fortune. Pour le Français, au contraire, le service militaire vient complètement interrompre sa carrière pendant quelques années, lui faisant parfois oublier une partie de son métier, et à coup sûr le privant de rien gagner pendant cette absence.

Un second reproche qu'on fait à l'étranger, un second avantage qu'il posséderait, ce serait de payer moins d'impôts que le travailleur français. En effet, celui-ci est entouré de sa famille, femme et enfants, pour laquelle tout entière il doit payer au fisc comme pour lui-même ; les étrangers, au contraire (du moins l'on parle de cette portion importante des ouvriers étrangers qui immigrent en France avec esprit de retour dans leur patrie), n'amènent point leur famille, et, non seulement ils ne payent la plupart des impôts que pour eux-mêmes, mais encore ils ont besoin de peu envoyer de ce qu'ils gagnent à leur famille, la vie coûtant beaucoup moins cher là où ils l'ont laissée qu'en France. De là cette conséquence qu'ils peuvent demander moins, ayant moins à dépenser ; ils se contentent d'un salaire très inférieur au salaire normal, ce qui ne les empêche point de pouvoir épargner et mettre de côté presque tout ce qu'ils gagnent. A cela, ajoutons aussi que l'étranger consent bien souvent à s'engager pour des travaux particulièrement pénibles (comme nous le ferons remarquer plus loin, en en tirant une conséquence particulière), et que ces travaux sont payés plus cher, tandis que le Français refuse de s'y exposer, tout en regrettant un peu de voir son concurrent gagner ainsi plus que lui, au péril de sa vie bien souvent.

C'est la loi de l'offre et de la demande dont souffre l'ouvrier français, par suite des conditions dans lesquelles l'étranger accepte le

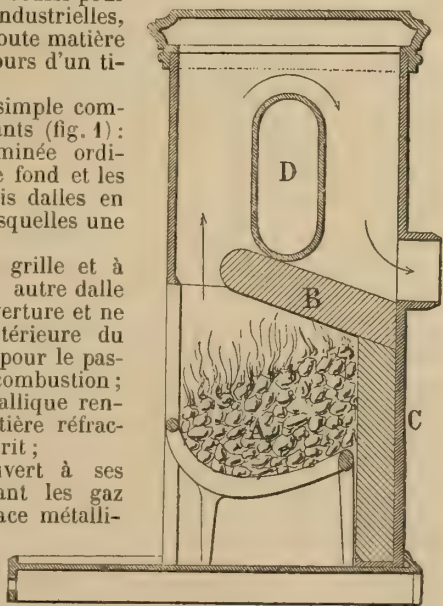


FIG. 1. — Nouveau poêle-cheminée.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 21, p. 473.

marché du travail. L'ouvrier étranger a moins de besoins que notre ouvrier indigène, moins de besoins de luxe intellectuel ou autre ; et, pouvant ainsi se contenter d'un salaire moindre, non seulement il est accepté de préférence, mais encore il fait baisser le prix de la main-d'œuvre.

Dans la campagne qu'on a menée et qu'on mène contre ce qu'on nomme *l'envahissement étranger*, on a cherché tous les éléments du procès, et on a voulu voir si la criminalité était plus grande parmi les étrangers immigrés que parmi les Français d'origine, et si, au point de vue de l'assistance publique, les étrangers ne nous coûtent pas bien cher par les secours répartis aux indigents qu'ils comptent dans leurs rangs.

Pour ce qui est de la criminalité, on a pu s'apercevoir à bon droit que les étrangers figuraient dans les statistiques criminelles pour un chiffre assez élevé, proportionnellement à leur nombre ; ne constituant environ que le trente-septième de la population totale, ils comptent cependant pour un dixième sur le nombre des condamnés pour crimes ou délits de droit commun. Consultons le Rapport publié en 1882 sur l'Administration de la justice criminelle de 1876 à 1880 ; nous y trouverons relevés 319 étrangers par an, en moyenne, traduits devant la Cour d'assises, ce qui représente une proportion de 38 sur 100 000, tandis que la moyenne pour toute la France n'est que de 12, c'est-à-dire de moins du tiers. Poursuivons nos recherches dans les documents du Ministère de la Justice : en 1882, 57 étrangers ont été traduits en Cour d'assises pour meurtre, et le chiffre des criminels français de même espèce était de 157 ; ce ne sont pas, du reste, des chiffres exceptionnels, car en 1883, les chiffres analogues sont de 50 étrangers et 172 Français. Prenons encore un autre document de même nature, mais plus récent, le « Compte général de l'Administration criminelle pendant 1885 », présenté par le Ministre de la Justice ; voici comment il s'exprime : « Pour comparer la criminalité des étrangers avec celle des nationaux, il faut recourir au casier judiciaire central, qui reçoit les bulletins des condamnations prononcées contre les individus nés hors de France... Le nombre de ces bulletins a été de 20 235 en 1885. Ce dernier chiffre, rapproché de la population correspondante... donne 20 condamnations pour 1 000 individus d'origine étrangère ; la proportion pour la population d'origine française est seulement de 5 pour 1 000.

Au point de vue de la question d'assistance, nous nous contenterons de signaler que l'œuvre de l'Hospitalité de nuit a, de 1878 à 1888, reçu 17 000 Allemands, 16 000 Belges environ, 7 000 Suisses, 4 000 Italiens et plus de 6 000 étrangers de toute nationalité.

Quoi qu'il en soit, voici longtemps que la question est soulevée et que des propositions multiples ont été faites pour arriver à une solution parfois violente. Nous ne parlerons point des études, des projets particuliers qui ont été soumis par la presse ou autrement à l'opinion publique ; dans cet ordre d'idées, nous pourrions citer deux études de deux magistrats : l'une d'elles date de 1886 ; c'est un rapport sur l'invasion des étrangers et la taxe de séjour, rapport présenté à la Société d'Economie politique, par M. Bérard, substitut du procureur de la République à Lyon, où il notait principalement les chiffres que nous avons cités sur la criminalité des étrangers. L'autre étude fut le discours prononcé par M. Cordier, substitut du procureur général à Caen, lors de la séance de rentrée de la Cour de cette ville, en 1887 ; M. Cordier, lui aussi, considérait l'immigration étrangère comme un danger, et il proposait des mesures restrictives, notamment une surtaxe sur la patente de l'étranger commerçant en France, augmentation des droits sur les successions dévolues aux étrangers, enfin disposition de loi attribuant très facilement la qualité de Français de droit à l'étranger s'établissant en France.

Mais ce dont nous voulons nous occuper surtout ici, c'est des projets d'initiative parlementaire qui ont précisément pour but de modérer l'immigration étrangère ou d'exclure les ouvriers étrangers de la plupart des travaux où ils peuvent faire concurrence aux Français.

C'est pendant la législature 1881-85 que la première proposition de loi relative à cette question fut déposée sur le bureau de la Chambre ; elle émanait de M. Pradon et tendait à l'établissement d'une taxe de séjour sur les étrangers. Mais elle n'eut aucune suite.

Cependant, M. Pradon la reprit au début de la législature suivante, c'est-à-dire à la fin de 1885 ; il s'agissait d'une taxe directe de séjour, avec réduction spéciale pour les ouvriers travaillant à la journée, qui sont cependant les vrais concurrents, du moins ceux contre lesquels s'élèvent les plaintes les plus multipliées. Presque en même temps une autre proposition demandait l'établissement d'une taxe sur les employés et ouvriers autres que ceux embauchés pour les travaux de culture ; le montant de la taxe était fixé proportionnellement aux salaires de chaque métier, ce qui était au moins très compliqué. Enfin, à la même époque, fut présenté un projet fort caractéristique et surtout très énergique, dû à M. Pally : on devait introduire « dans tous les marchés de travaux publics passés par l'État, les départements ou les communes, ainsi que dans tous les cahiers des charges des conventions passées avec les Compagnies concessionnaires de travaux ou services publics, une clause stipulant que les entrepreneurs ne pourraient employer que des ouvriers français ». C'était aborder du moins bien franchement la question, c'était expulser simplement tous les ouvriers étrangers des chantiers, et cette solution catégorique n'eût peut-être point été pour déplaire à nombre d'ouvriers français. En même temps, un amendement était présenté, tendant tout au moins à interdire par une disposition légale l'admission des entrepreneurs et fournisseurs étrangers aux travaux et fournitures publics. Mais contre le projet primitif, aussi bien que contre les amendements, le Ministre des Affaires étrangères souleva des objections d'ordre diplomatique, que nous verrons revenir plus loin sous une autre forme ; le Ministre considérait ces mesures « comme absolument insolites en temps de paix, en opposition avec l'esprit des traités

et avec les principes du droit des gens, et devant soulever des réclamations et des difficultés de la part des puissances étrangères ».

Si cette dernière proposition dut être retirée, du moins les deux premières avaient été prises en considération, mais sans autre suite. Et une année après environ, M. Steenacker présentait un nouveau projet ayant pour but, cette fois, « d'établir une taxe sur tous ceux qui emploient des étrangers à un titre quelconque », et proportionnellement au nombre d'étrangers employés ; la taxe devait même être double quand il s'agissait d'entrepreneurs ou de concessionnaires de travaux publics. Ce bizarre système d'établissement de la taxe s'expliquait par le ressentiment qu'ont les ouvriers contre les patrons ou entrepreneurs employant des étrangers.

Comme conséquence de toutes ces propositions diverses, M. Pradon lisait, en février 1888, un rapport très détaillé, qui n'eut pas de résultat effectif, au moins devant les Chambres. Il est intéressant, dès maintenant, de constater quelles raisons on a opposées à ces propositions, auxquelles le Gouvernement, représenté par le Ministre des Travaux publics et par celui des Affaires étrangères, fut loin de se rallier, car ces raisons se dressent encore intactes contre les propositions nouvelles qui se présentent aujourd'hui devant les Chambres, ayant toujours le même but que celles que nous avons citées.

Le Ministre des Travaux publics avait répondu aux questions qui lui avaient été posées, par une lettre du 4 décembre 1886, où, en fournissant un état comparatif des ouvriers français et étrangers employés sur les chantiers de l'État, il avait fait remarquer que la présence de ces ouvriers était motivée par plusieurs causes sur lesquelles nous reviendrons tout à l'heure : tout d'abord insuffisance du nombre des ouvriers français ; en second lieu, relations entre entrepreneurs et ouvriers les suivant partout sur les divers chantiers dont ils ont l'entreprise ; enfin et en dernier lieu, nécessité de travaux sur les points frontières.

Mais c'est l'opposition du Ministre des Affaires étrangères qui causa principalement l'insuccès des propositions diverses présentées à la Chambre. Tout en admettant que chaque cahier des charges de chacune des entreprises de l'État, des départements ou des communes pût contenir une disposition spéciale sur la nationalité des ouvriers à employer, le Ministre a fait observer « que les traités conclus entre la France et la plupart des puissances européennes reposent sur une assimilation complète des étrangers aux nationaux, sous condition de réciprocité pour tout ce qui concerne l'exercice d'un commerce, d'une industrie, etc. » On peut dire que c'est une clause générale dans les traités de commerce que les étrangers peuvent s'établir en France, y exercer toute espèce d'industrie ou de métier « sans payer d'autres droits que ceux qui sont ou seront perçus sur les nationaux ou sur les ressortissants de la nation la plus favorisée. »

On comprend que, dans ces conditions, il ne pouvait être question d'admettre une exclusion totale comme celle que proposait M. Pally, et pas davantage une taxe spéciale levée sur les immigrants étrangers, ouvriers ou autres.

Cependant une satisfaction, peut-être plus apparente que réelle, fut donnée à l'opinion publique, par le décret du 2 octobre 1888, qui vint mettre à exécution une proposition secondaire présentée par M. Pradon : l'établissement d'une mesure spéciale de police, créant un état-civil particulier aux étrangers résidant en France, par l'obligation imposée à ces étrangers de faire à l'autorité de leur résidence des déclarations concernant leur identité et leur nationalité, obligation ne donnant lieu d'ailleurs à l'établissement d'aucune taxe.

Le fait est qu'en réalité l'effet de ce décret devait être peu sensible, surtout dans le sens où auraient voulu tendre ceux qui désiraient l'exclusion des ouvriers étrangers, des étrangers en général et l'arrêt du mouvement immigratoire. Au reste, il faut reconnaître que la totalité des étrangers a été bien loin de se soumettre à l'inscription, et que cette inscription, eût-elle été exigée sévèrement, n'eût point suffi pour arrêter les étrangers, qui sont assurés de trouver en France le travail qui leur manque chez eux.

Dans le courant de l'année 1889, une nouvelle satisfaction a été donnée par une modification bien légitime à notre Code civil, modification apportée par la loi sur la nationalité du 26 juin 1889. Nous pouvons rappeler qu'un des grands reproches que l'on fait aux immigrants étrangers, c'est de profiter du travail national et de la protection de nos lois, en même temps que de tous les bienfaits de notre civilisation, sans payer pour cela l'impôt du sang, sans faire ce service militaire qui vient interrompre le travail du Français pendant plusieurs années. Or il est une classe de ces étrangers pour laquelle cette faveur constituait un abus particulièrement criant : c'étaient les étrangers, ou soi-disant tels, nés en France d'un étranger qui lui-même y était né, ou même ceux simplement nés en France d'un étranger et s'y trouvant bien domiciliés à l'époque de leur majorité. Or, d'après la nouvelle loi, ces individus sont Français de droit, sauf, pour la seconde catégorie, le bénéfice d'une déclaration déclinant la qualité de Français.

Depuis cette loi, et pendant la fin de l'année 1889, de nombreuses propositions ont été présentées à nouveau, relativement aux conditions de séjour et de résidence des étrangers en France, ou plus spécialement à la protection du travail national, ou enfin au séjour des ouvriers étrangers en France. On peut dire que toutes elles se fondent sur les dispositions mêmes des législations étrangères, pour réfuter ainsi par avance les arguments qui avaient été présentés par le Ministre des Affaires étrangères pour obtenir le rejet des propositions antérieures. Une des premières de ces propositions tend à maintenir la déclaration de résidence exigée par le décret du 2 octobre 1888, mais en spécifiant qu'une taxe sera payée par l'étranger contre le récépissé de cette déclaration ; et ce projet de loi s'appuie notamment sur le texte de la loi prussienne qui institue un impôt sur les métiers ambulants exercés par les étrangers, ou celui de la loi portu-

gaise exigeant un permis de séjour qu'on ne délivre que moyennant paiement d'une taxe; on invoque même les lois votées au Canada et aux Etats-Unis et, dans l'un de ces pays, soumettant tout Chinois au paiement d'une taxe, dans le second protégeant les Etats contre l'invasion des ouvriers étrangers.

Mais il est bien à supposer que, avec l'intervention du Ministre des Affaires étrangères dans le sens où déjà il est intervenu, jamais pareille proposition de loi n'aura chance d'aboutir. Il en est une autre, au contraire, qui aurait beaucoup de chances d'arriver à un résultat effectif, du moins pour une partie de sa teneur; à côté d'une disposition voulant soumettre l'étranger à une taxe de séjour qui ne sera jamais admise, par suite de considérations diplomatiques, elle en contient une autre qui aurait ce bon côté d'égaliser un peu la situation des étrangers et des Français au point de vue du service militaire: les étrangers jouissant de tous les avantages de la résidence sur notre sol sans servir militairement, seraient au moins assimilés aux Français qui, pour une cause ou pour une autre, sont dispensés du service, et payeraient comme eux une *taxe militaire*. En effet, d'après la nouvelle loi militaire, « sont assujettis au paiement d'une taxe militaire ceux qui, par suite d'exemption, de dispense ou de tout autre motif, bénéficieront de l'exonération du service dans l'armée active ». Contre cette disposition, on ne pourrait pas du moins élever d'arguments diplomatiques, car elle ne viendrait nullement violer les traités dont quelques clauses spécifient que l'étranger de telle nation ne sera point soumis à d'autres taxes que celles qui sont perçues sur les Français; ce serait une assimilation des étrangers ne faisant point de service militaire aux Français se trouvant dans la même position: la Suisse nous donne d'ailleurs cet exemple d'établissement d'une taxe militaire.

Quoi qu'il en soit de l'avenir réservé à ces propositions de lois, nous ne nous occuperons point ici de la légitimité, mais seulement de l'opportunité de ces propositions, en ce qui concerne spécialement les ouvriers, côté de la question qui nous intéresse surtout ici.

Serait-il donc si facile de se passer, dans les grands travaux notamment, du concours des ouvriers étrangers? Consultons les chefs de chantiers, les grands entrepreneurs de travaux, et ils nous donneront aisément une partie des motifs pour lesquels l'ouvrier étranger est si bien accueilli sur les chantiers. Et d'abord, pour des raisons diverses, dont l'une est qu'il a moins de besoins, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, l'étranger se contente d'un salaire beaucoup moindre: l'entrepreneur, qui ne peut considérer que son bénéfice, aura donc tout intérêt à recourir à lui. Les entrepreneurs se plaignent aussi que, par suite sans doute du manque d'habitude des travaux de terrassements, en particulier, qui sont si fatigants, le Français manque de vigueur et produit moins que l'étranger, habitué à ces travaux pénibles. Certains chefs de chantiers accusent aussi les Français de présenter moins d'obéissance passive, condition nécessaire de discipline sur un grand chantier. Enfin nous ajouterons, en dernier lieu, que les émigrants de quelques nations étrangères, tels que les Italiens, se sont créés une spécialité dans des travaux particuliers et particulièrement dangereux, comme les travaux à l'air comprimé; les Français les refusent en général, et seraient très mal venus à reprocher aux étrangers de les accepter soi-disant à leurs dépens.

En somme, et pour bien des travaux, comme ceux de la campagne, on manque souvent de bras en France; l'immigration apporte un contingent d'une grande utilité. Ce courant a trop de force pour que l'établissement d'une taxe l'arrête. Profitions plutôt de l'immigration, mais à condition de savoir la soumettre à une sage réglementation, excluant les éléments pernicieux, mais assimilant par des moyens très simples à la population indigène les éléments sains qui s'établissent définitivement sur notre sol et profitent de notre organisation. Puisque notre population ne s'accroît que faiblement, sachons remédier aussi sagement à ce défaut d'accroissement.

DANIEL BELLET.

DES ASSURANCES

Déjà depuis plus d'un demi-siècle, les progrès de la science appliquée à l'industrie réalisent une évolution du travail, qui a sur les masses une action profonde. L'artisan, qui avait une position paisible, s'est transformé en ouvrier, le petit atelier en grande usine. La division du travail supprime peu à peu l'artisan complet, celui qui ne pouvait prendre une place honorée dans une corporation, qu'après avoir exécuté son *chef-d'œuvre* et, dans beaucoup d'industries, l'ouvrier n'est plus qu'un manœuvre, il n'a plus qu'une parcelle du travail, il n'exécute qu'un modeste élément de l'ensemble; cette division du travail, indispensable au prix de revient qu'il faut réduire sans cesse, s'accroît de plus en plus, et contraint le travailleur à gagner sa vie dans les grandes usines, qui sont installées partout où il faut travailler économiquement et activement, c'est-à-dire partout absolument, depuis que, par l'amélioration des transports, des relations générales et de la publicité, les procédés les plus perfectionnés des diverses industries sont universellement connus.

C'est un monde nouveau, c'est un état social dont on n'avait pas l'idée. C'est le salaire presque au jour le jour, semaine par semaine, quinzaine par quinzaine généralement, plus rarement mois par mois; mais, quand le salaire se règle par quinzaine ou par mois, le crédit joue son rôle, et souvent le produit du travail est dépensé avant d'être touché, quelquefois avant d'être gagné.

Dans ces conditions, on peut donc dire que la prévoyance est généralement inconnue des ouvriers français; elle n'a pas de stabilité ou du moins elle est exceptionnelle. Cet état économique nouveau n'est point assis, un rien en détruit l'équilibre: un chômage, un simple accident, ont pour l'ouvrier des conséquences trop souvent fatales.

Cette situation préoccupe les chefs d'industrie et les Ingénieurs qui, plus que les ouvriers eux-mêmes, ont cherché des remèdes; ils ont créé des caisses de secours dans les usines, des hommes de bien ont fondé des Sociétés de secours mutuels. Ces fondations rendent des services, mais elles viennent surtout en aide pour assurer le traitement des maladies, pour servir des indemnités en cas de chômage; il n'y a là rien, ou presque rien, pour l'avenir. Pour cet avenir, nous pensons que l'assurance s'impose; ce merveilleux instrument qu'on commence seulement à connaître en France, est appelé à rendre les plus grands services, quand il entrera résolument dans les mœurs; nous pensons qu'il se développera dès qu'il sera connu. Nous verrons bientôt comment l'assurance est pratiquée en Angleterre et en Amérique, où les bienfaits qu'elle répand sont considérables.

Le *Génie Civil*, qui s'occupe de tout ce qui intéresse l'industrie, a déjà traité précédemment cette question des assurances (1); il convient d'y revenir, d'en parler plus souvent et successivement à tous ses points de vue, de faire connaître les résultats conquis dans tous les pays, car il faut convaincre, et pour convaincre il faut des faits. Jamais nous ne serons de ceux qui ont la pensée d'imposer l'assurance; si bonne que soit une mesure, il faut être convaincu de son mérite pour la pratiquer. L'assurance obligatoire peut être bonne en Allemagne, nous en doutons; mais nous croyons pouvoir affirmer qu'elle s'introduirait difficilement en France, qui est rebelle à la contrainte. Cependant, si les faits connus apportent la conviction, l'assurance sur la vie entrera dans les mœurs de notre pays comme y est entrée l'assurance contre l'incendie, et ce sera justice, car en fait, une famille qui a le malheur d'être privée de son chef, celui qui a toutes les responsabilités de la famille, perd bien plus que si l'incendie lui enlevait son mobilier ou son outil; elle perd l'âme de la maison. On se demande comment il peut se faire qu'un chef de famille n'ait pas toujours devant les yeux la situation qu'il laisserait aux siens si la mort l'enlevait prématurément à ceux qui n'ont que lui pour soutien.

On comprend qu'il soit naturel de voir les assurances pratiquées d'abord par les hommes qui peuvent y appliquer sans trop d'efforts une partie de leurs ressources; par des hommes qui, par leur position et par leur éducation, comprennent mieux leurs devoirs vis-à-vis leurs familles et vis-à-vis la société. Ce sont eux qui doivent donner l'exemple. Cet exemple est une leçon, et cette leçon venant de haut doit être suivie; elle s'appuie non seulement sur le devoir, mais sur l'état nouveau que nous avons déjà signalé: l'extension de l'industrie et l'état démocratique de notre pays.

Il faut observer en outre qu'aujourd'hui, les écoles supérieures sont accessibles à toutes les positions. Quand un père de famille s'aperçoit que son fils est intelligent, s'il est dans une position difficile ou seulement peu fortuné, il obtient sans difficulté pour lui une bourse dans un lycée; si l'enfant y réussit, le secours des villes ou de l'Etat, souvent les deux concours simultanés, le conduisent de la même façon aux grandes Ecoles. Il en sort avocat, médecin, ingénieur, dans les carrières libérales; ce sont de ces carrières que nous nous occuperons d'abord, et aussi des jeunes gens qui, dans ces carrières, n'ont point de fortune. Ces jeunes gens ont prouvé par leurs études qu'ils étaient intelligents; ils comprennent que le travail et la conduite sont les conditions de leur avenir. Il s'essaient, ils sont vite remarqués; dès qu'ils sont assis, qu'ils entrevoient le succès, ils peuvent facilement trouver par l'assurance ce qui leur manque, le *capital*. En effet, l'homme sérieux, travailleur, qui veut se faire une place dans le monde, ne peut songer à atteindre son but d'une manière certaine que par des sacrifices, et l'assurance, il faut le dire bien haut, est un sacrifice véritable en même temps qu'un acte de haute moralité. On ne peut la réaliser que par des privations et par la persévérance dans les privations. Mais aussitôt, elle donne le repos, la confiance. Ce repos si important au travailleur, lui permet d'affirmer sa position, les services rendus l'améliorent; ils peut dès lors souscrire de nouvelles assurances, augmenter le capital assuré, et se ménager pour l'avenir des ressources importantes.

L'assurance se prête aux combinaisons les plus variées: on peut l'appliquer à l'instruction, aux dots des enfants, au crédit, au repos des vieux jours après qu'elle a été le repos de toute la vie, et si la mort nous enlève au milieu de notre carrière, elle laisse, à ceux que nous quittons, une position qui est encore notre honneur.

Voilà ce qu'il faut savoir, voilà ce que les Compagnies d'assurance doivent faire connaître dans tous les foyers, c'est leur mission. Qu'on ne s'y trompe pas, la mission des Compagnies d'assurance est une mission élevée, on peut dire qu'elle est humanitaire, car c'est par ces Compagnies qu'on remplit le mieux, le plus sûrement ses devoirs. Quant à ces Compagnies, leur rôle honorable ne les conduit pas facilement à la fortune, les bénéfices que les Compagnies bien dirigées réalisent à leur origine sont peu importants; leur soin capital est de constituer des réserves qui leur donnent, vis-à-vis leurs assurés, une position aussi solide que celles des Compagnies les plus anciennes, et ce n'est qu'après de longues années de progrès continus, qu'elles peuvent arriver à rémunérer convenablement le capital engagé.

Nous avons dit que l'assurance se prêtait à toutes les positions et, pour revenir à celles des masses, qui nous occupaient d'abord, nous dirons qu'elle se pratique beaucoup, en Angleterre et en Amérique, par les employés de situation modeste comme par l'ouvrier lui-même.

L'assurance se prête donc à toutes les combinaisons comme à toutes les personnes, et les chefs de maison, dans toute situation, peuvent à la fois l'appliquer à eux-mêmes et la conseiller à leur personnel de tout rang.

Ce qui précède démontre que la vulgarisation de l'instruction

(1) L'Assurance sur la vie et son application aux Ingénieurs, par M. BADON-PASCAL (*Génie Civil*, tome IV, n° 23, p. 376, et n° 24, p. 391).

Note sur les Assurances contre l'incendie principalement au point de vue industriel, par M. E. BEURDELEY (*Génie Civil*, tome V, n° 46, p. 267, et n° 47, p. 279).

conduit à l'assurance. L'extension de l'industrie et l'état démocratique du pays n'y poussent pas moins; et, en dehors de tout raisonnement, les faits le démontrent, car il n'est point de pays où les assurances sur la vie soient plus pratiquées qu'en Angleterre et en Amérique.

Ces deux conditions nouvelles des Etats, quelle que soit leur forme politique, forcent l'homme à compter sur lui-même; il faut qu'il sache prévoir, il n'est plus compris dans la clientèle de personne. Les difficultés sont plus grandes: l'industrie est mobile, les situations économiques changent d'un jour à l'autre, l'outillage des usines se modifie. La lutte pour la vie existe partout; celui qui s'endort est perdu. Il faut donc savoir où l'on peut trouver la sécurité; je ne vois pas qu'en général on puisse la trouver mieux que dans l'assurance, quand partout les conditions de la vie sont ou peuvent être troublées. Les associations diverses que nous avons indiquées sont des appuis efficaces, mais ils ne répondent qu'à des besoins momentanés; quand ils promettent plus, quelle que soit leur bonne foi, ils se trompent⁽¹⁾. Ne demandons pas aux caisses de secours ni aux caisses mutuelles plus qu'elles ne peuvent donner, et c'est déjà beaucoup de pouvoir assurer le traitement des maladies, le traitement des blessés et des indemnités pendant les chômages. Pour les pensions, ces associations sont toujours insuffisantes et généralement sans garantie aucune.

Maintenant que nous croyons avoir établi, par le raisonnement, l'utilité de l'assurance pour tous, il ne sera pas sans intérêt de donner quelques chiffres, que nous trouvons dans le dernier rapport du surintendant des assurances pour l'Etat de New-York.

Si l'on compare simplement l'Etat de New-York avec la France, on trouve qu'à la fin de décembre 1888 le capital assuré dans notre pays était de trois milliards seulement, et de quatorze milliards dans l'Etat de New-York. Ce dernier chiffre est celui qui représente les affaires globales des vingt-neuf Compagnies qui fonctionnent dans cet Etat. Il doit donner à penser à nos Compagnies françaises et leur prouver qu'elles ont beaucoup à faire, qu'elles doivent chercher des combinaisons nouvelles et surtout agir. Il faut de l'activité, il faut pénétrer partout. La matière à assurer ne fait pas défaut, il est nécessaire de la convaincre; ce n'est pas là affaire du public, ni affaire de l'Etat, c'est affaire des Compagnies, c'est leur devoir, c'est leur intérêt. Qu'elles tiennent des conférences, qu'elles les multiplient, qu'elles soient constamment attachées au public.

En dehors des vingt-neuf Compagnies qui s'occupent, en Amérique, des assurances importantes, il y a aussi des Compagnies qui pratiquent l'assurance ouvrière; elles sont au nombre de quatre dans l'Etat de New-York, qui font les affaires de toute l'Union⁽²⁾. Ces quatre Compagnies avaient en cours, au 31 décembre dernier, 2748 801 polices⁽³⁾, assurant un capital de 1499 810 590 francs. C'est là un excellent moyen d'épargne, c'est de la véritable prévoyance. Le fait est relativement récent, il prend position, il est un sacrifice, il relève le moral d'un pays. A 25 ans, un ouvrier peut assurer 1 000 francs en cas de décès, avec une prime hebdomadaire de 0 fr. 50 par semaine; plus tard, quand il gagnera plus, quand il deviendra patron, il fera mieux.

En Angleterre, comme aux États-Unis, le chiffre des assurés va toujours en augmentant. *The Prudential* compte plus de cinq millions d'assurés.

Nous serions entraînés fort loin, si nous parlions de tout ce qui se fait dans les pays étrangers, et notamment en Amérique, pour les assurances; nous pourrions y revenir, mais les Compagnies et le public doivent le savoir. Nous formulons ici un vœu, c'est qu'on ne reste pas dans la routine, qu'on cherche des combinaisons de toute sorte, qu'on apprenne à chacun les avantages que présente l'assurance. On s'occupe beaucoup des veuves et des orphelins qui ont perdu leur chef de famille dans les accidents du travail; c'est fort bien, mais combien chaque jour de chefs de famille sont fauchés par la maladie et combien de veuves et d'orphelins restent sans ressources! C'est par l'assurance qu'on viendra porter secours à ces abandonnés. Qu'on ne songe pas à l'Etat pour obtenir ces bienfaits, qu'on soit bien convaincu que l'Etat n'a pas d'argent; il dépense celui qu'il puise dans nos poches. Il faut que nous-mêmes agissions, que nous-mêmes défendions nos intérêts, c'est à nous qu'il appartient de songer à nos familles, et les Compagnies d'assurance doivent ouvrir les yeux à tous, c'est leur mission, et, quoi qu'elles fassent, quels que soient le dévouement et l'intelligente activité de leur personnel, elles ne feront jamais assez.

A. GIBON.

CONGRÈS

CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

3^e SESSION : PARIS, 14-23 SEPTEMBRE 1889.

(Suite⁴.)

DEUXIÈME SECTION — TRACTION ET MATÉRIEL

QUESTION VIII. — Matériel roulant.

« Quels sont les moyens que l'expérience semble indiquer comme les plus efficaces pour faciliter le passage du matériel roulant dans les courbes? Exposer les avantages et les inconvénients des bogies, boîtes radiales, trains

(1) *L'imprévoyance dans les institutions de prévoyance*, par E. CHEYSSON. — Guillaume et C^{ie}.

(2) *Réforme sociale* du 1^{er} avril 1890. Mouvement social à l'étranger, J. CAZAGEUX.

(3) *The Assurance Journal* affirme que les polices en cours dans l'Union s'élèvent à dix millions pour les assurances industrielles.

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n^o 24, p. 477.

Bissel, etc., en tenant compte des diverses circonstances de l'exploitation et de la nature de la ligne.»

Rapporteur: M. Bandérali, Ingénieur en chef du Service central du matériel et de la traction du chemin de fer du Nord français.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée a constaté qu'il y a utilité à prendre pour l'établissement de la voie et du matériel des mesures combinées de manière à assurer le sécurité de la circulation et à diminuer les résistances de traction dans les courbes de faible rayon.

Voie. — L'Assemblée a considéré que le surhaussement, tout indispensable qu'il est, ne doit pas être exagéré comme cela a été constaté quelquefois; — que le surécartement, très variable suivant les lignes, peut être réduit et même supprimé sur les voies présentant, en alignement droit, un grand jeu entre le rail et le boudin; — qu'il est de la plus haute importance de renforcer les voies dans les courbes, de cintrer les rails, surtout lorsqu'ils sont de très grande longueur, et d'établir des raccordements paraboliques, enfin de prendre toutes mesures pour éviter, aussi bien en profil qu'en plan, les changements brusques de direction et de courbure; le tout ayant pour but d'assurer la stabilité du matériel en maintenant une répartition convenable de la charge sur les roues dans les courbes et surtout vers leurs extrémités.

Elle verrait avec intérêt ces diverses questions portées à l'ordre du jour de la prochaine session du Congrès pour y être discutées dans les 1^{re} et 2^e sections réunies.

Machines locomotives. — L'Assemblée a examiné les moyens très divers employés sur les machines locomotives pour faciliter le passage en courbes. Elle a reconnu que, suivant les cas, on avait employé avec succès les jeux longitudinaux ou transversaux des essieux réglés ou non; l'amincissement ou même la suppression des boudins des essieux intermédiaires, l'articulation des bielles d'accouplement, les attelages spéciaux, les grandes conicités pour les roues d'avant, etc.

Elle attire l'attention sur l'emploi des tampons obliques, principalement pour les machines dont l'essieu d'avant possède de grands jeux.

Elle signale les divers dispositifs permettant la convergence des essieux, tels que boîtes radiales, trains Bissel et surtout, pour les grandes vitesses, les bogies d'avant avec empatement notablement supérieur à l'écartement de la voie.

Elle regarde, d'ailleurs, comme utile l'emploi des balanciers pour assurer le maintien de la répartition de la charge sur les roues.

Enfin, elle considère les machines à un ou deux trains moteurs comme des solutions pouvant convenir dans des cas exceptionnels.

Voitures et wagons. — L'Assemblée a examiné les moyens très divers, employés sur le matériel roulant, pour faciliter le passage en courbes; elle a reconnu que, suivant les cas, on avait employé avec succès les jeux longitudinaux ou transversaux des essieux, les attelages spéciaux, les divers systèmes d'essieux convergents, etc., etc.

Elle signale notamment:

1^o Pour les voitures à deux essieux, l'emploi de boîtes libres (jeu dans tous les sens avec les plaques de garde et ressorts à menottes de formes diverses permettant un certain déplacement des boîtes);

2^o Pour les voitures à trois essieux, l'emploi combiné de boîtes libres pour tous les essieux avec un jeu longitudinal de l'essieu du milieu dans son coussinet;

3^o Pour les voitures de très grande longueur, l'usage de bogies plus ou moins complexes.

Elle a constaté, en outre, les résultats favorables obtenus sur les voitures longues par l'emploi des attelages articulés avec des tampons de largeurs plus grandes quand l'attelage ne permet pas le déplacement transversal des tiges et que les voitures sont de grande longueur.

Enfin, l'Assemblée émet le vœu qu'il soit procédé, d'ici à la prochaine session du Congrès, à des expériences précises, sur les résistances qu'offrent les véhicules, munis des divers systèmes énumérés, au passage dans les courbes de divers rayons et même dans la circulation en alignement droit.

QUESTION IX. — Variation de l'écartement des roues.

« Est-il possible, sur les voies internationales à écartements différents (russes et espagnoles par exemple) de faire passer les mêmes véhicules, soit en changeant les essieux par une méthode simple et rapide, soit au moyen d'une construction spéciale des wagons, soit par tout autre moyen. »

Rapporteur: M. Blancaert, Ingénieur en chef, directeur de la traction et du matériel au chemin de fer de l'Etat belge.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — Les conclusions ont été divisées en deux parties :

1^o *Trains de voyageurs*. — L'Assemblée a considéré qu'en l'état actuel les difficultés de changement de roues ne seraient pas, en général, compensées par les avantages de la suppression du transbordement;

2^o *Trains de marchandises*. — L'Assemblée a considéré que, pour la plupart des marchandises, le transbordement peut être opéré dans des conditions peu coûteuses; que, pour les marchandises exceptionnelles dont le transbordement est difficile, l'emploi de caisses transportables, au moyen des grues de chargement ou par tout autre procédé, est une solution convenable et que, dès lors, il n'y a pas intérêt à recommander, sauf dans des cas tout à fait particuliers, des solutions (changement de roues, emploi de trucks spéciaux, etc.) qui paraissent, en général, devoir présenter de notables inconvénients.

QUESTION X. — Principe compound.

« De l'application du principe compound aux locomotives. »

Rapporteur: M. Parent, Ingénieur en chef du matériel et de la traction aux chemins de fer de l'Etat français.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée constate les grands efforts faits depuis nombre d'années pour appliquer le principe compound aux machines locomotives. Elle admet que ce système permet une augmentation de puissance sans exagération de la fatigue des pièces, et aussi une économie de combustible; elle admet, en revanche, qu'il en résulte une certaine augmentation de frais d'entretien et de graissage pour les machines possédant plus de deux cylindres et des chaudières à plus haute pression que celles des machines ordinaires.

Dans cet ordre d'idées, l'Assemblée conclut à recommander la continuation et le développement d'applications dont les résultats, à coup sûr du plus haut intérêt, seront présentés à la prochaine session du Congrès. Elle appelle tout spécialement l'attention sur l'intérêt que présentent, au point de vue de l'économie, les machines compound dans les pays où le combustible est d'un prix élevé.

QUESTION XI (1). — Applications de l'électricité.

« Etudier les applications les plus récentes de l'électricité à l'exploitation des chemins de fer, particulièrement en ce qui concerne :

(1) Cette question a été discutée par les 2^e et 3^e sections réunies.

» A. L'éclairage des trains et des gares ;
 » B. Le freinage des trains ;
 » C. La soudure et la brasure des métaux, notamment pour les travaux de réparation du matériel roulant. »
 Rapporteurs : MM. Eug. Sartiaux, chef du service télégraphique des chemins de fer du Nord français, et L. Weissenbruch, Ingénieur au Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — A. 1^{re} partie : *Eclairage des trains.* — Le Congrès, constatant les progrès sérieux et considérables réalisés depuis peu d'années dans l'éclairage électrique, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique, pense qu'il est désirable que les administrations de chemins de fer continuent les essais entrepris.

A. 2^e partie : *Eclairage des gares.* — Le Congrès avait constaté à Milan que l'éclairage électrique pouvait, dans un certain nombre de cas, donner des résultats économiques, mais que, les installations étant trop récentes pour qu'on pût apprécier le prix de revient, il était utile de réserver la question à l'examen d'une prochaine session.

Bien que le temps écoulé depuis lors soit encore bien court, l'éclairage électrique a fait de si rapides progrès et s'est tellement développé que l'expérience, loin d'infirmer les prévisions favorables que permettait l'état de la question à ce moment, en a, au contraire, prouvé toute l'exactitude.

Le prix de l'installation, dont les charges d'intérêt et d'amortissement pèsent très lourdement sur le prix de revient, a diminué de façon notable avec la diminution du prix d'acquisition des lampes à arc et des machines dynamos, dont le rendement a constamment augmenté.

Quant aux dépenses d'exploitation proprement dites, elles ont elles-mêmes subi d'importantes réductions, d'un côté, par l'abaissement du prix des crayons des lampes à arc et de celui des lampes à incandescence, coïncidant pour celles-ci avec l'augmentation de leur durée, et, d'autre côté, par une meilleure utilisation du personnel résultant d'une plus grande expérience et de meilleures dispositions dans l'installation.

Aux économies qui viennent d'être indiquées, il y a lieu d'ajouter celles qui résultent de la diminution des frais d'achat et d'entretien des accumulateurs, devenus plus robustes et plus durables, et aussi de l'expérience que l'on a acquise depuis plusieurs années dans la construction des machines électriques, dont la simplicité et la solidité ont notablement réduit les frais d'entretien.

Il peut se présenter des cas où l'écart entre le prix de l'éclairage par l'électricité et celui de l'éclairage par d'autres systèmes soit encore trop grand pour que les avantages que procure le premier ne suffisent pas à en justifier l'emploi, si, par exemple, la durée d'allumage des lampes est très faible, ou si le prix des autres éclairages est exceptionnellement réduit.

B. *Freinage des trains.* — Depuis la dernière session du Congrès, les freins électriques n'ont pas réalisé de progrès décisifs ; l'avenir dira s'ils sont susceptibles des perfectionnements nécessaires pour une application pratique.

C. *Soudure électrique.* — Les seuls procédés du travail électrique des métaux qui soient arrivés à un certain développement sont encore dans la période d'expérience. L'Assemblée décide, en conséquence, de porter de nouveau la question à l'ordre du jour d'une prochaine session.

QUESTION XIII. — Renseignements techniques de la 2^e section.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée exprime l'opinion qu'il est difficile de donner satisfaction aux demandes de statistique préparées. Elle pense qu'il est préférable de bien définir les sujets à traiter par les rapporteurs ; ceux-ci demanderont aux diverses Administrations leurs renseignements sur ces objets et traiteront ensuite dans leurs rapports les questions d'après les données qu'ils auront recueillies.

Les sujets à traiter dans ces conditions, pour la prochaine session, sont les suivants :

Bandages ; — Tubes à fumée ; — Utilisation du matériel roulant ; — Production de la vapeur ; — Graissage des locomotives ; — Machines de manœuvre pour les gares.

TROISIÈME SECTION. — EXPLOITATION

QUESTION XIII. — Poids mort des trains (1).

« Moyens à employer pour réduire le rapport du poids mort des trains à la charge utile qu'ils transportent et influence que peut avoir sur les conditions économiques de l'exploitation l'augmentation du tonnage des wagons à marchandises. »

Rapporteurs : MM. Ely, Ingénieur en chef du matériel et de la traction au Pennsylvania Railroad, et Pol Lefèvre, sous-chef du mouvement aux chemins de fer de l'Ouest français.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — Le choix d'un type de voiture, au point de vue de la distribution intérieure, est essentiellement une question d'espèce, dépendant de la nature des trains et des circonstances variées de l'exploitation. Quel que soit le type auquel on s'arrête, il est du plus grand intérêt de diminuer, le plus possible, le poids mort ; mais, dans certains cas, il faut, pour donner aux voyageurs un supplément de confort sans luxe inutile, se résigner à augmenter le poids mort par place offerte, sauf, quand ce poids mort dépasse une certaine limite, à faire payer par les voyageurs l'excès de dépense causé par cet excès de poids mort.

Quant aux wagons, en raison des conditions essentiellement différentes qui régissent le trafic des divers réseaux, il n'a pas paru possible d'indiquer une règle générale pour fixer le tonnage à donner aux véhicules à marchandises, en vue de réaliser les meilleures conditions économiques de l'exploitation. Il incombe aux services chargés de la construction du matériel de rechercher tous les moyens ayant pour but de diminuer le poids mort dans les proportions compatibles avec la nature du trafic, la sécurité et un bon entretien.

QUESTION XIV. — Organisation des trains de marchandises (2).

« Organisation du service des trains de marchandises suivant la nature et l'importance du trafic, au point de vue tant de la vitesse des transports que de la bonne utilisation des installations fixes, du matériel roulant et de la puissance des machines. »

Rapporteur : M. Bonneau, sous-chef de l'exploitation aux chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée ne croit pas pouvoir établir de règles fixes et générales pour l'organisation des trains de marchandises, attendu que cette organisation dépend de la nature et de l'intensité du trafic et d'autres circonstances afférentes à chaque réseau ; cependant il paraît avantageux, dans l'intérêt d'une meilleure utilisation du matériel roulant, d'accélérer, autant que possible, les transports de marchandises.

QUESTION XV. — Manœuvres de gare.

« Différents systèmes de manœuvre des wagons dans les gares. Valeur économique des manœuvres par locomotives, par la gravité, par plaques tournantes, par transbordeurs, par cabestans, par chevaux, etc. »

Rapporteur : M. Pichon, Ingénieur principal de l'exploitation aux chemins de fer du Midi français.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — On ne peut fixer les résultats économiques des différents systèmes de triage en usage : tous sont applicables suivant la disposition des lieux et l'importance des gares. Toutefois, il paraît résulter de la discussion à laquelle cette question a été soumise que, lorsque l'emplacement le permet et qu'il s'agit de trier un grand nombre de wagons pour un grand nombre de directions, c'est le triage à la gravité qui paraît le plus convenable.

QUESTION XVI. — Gares à voyageurs à grand trafic (1).

« Quelles sont les meilleures dispositions à recommander pour l'aménagement des grandes gares à voyageurs en vue d'assurer un trafic très intense sur le moindre espace possible (dispositions des voies, des quais et des bâtiments) ? »

Rapporteurs : MM. Cossmann, Ingénieur au service de l'exploitation des chemins de fer du Nord français, et Goffin, Ingénieur en chef, directeur des voies et travaux aux chemins de fer de l'Etat belge.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée, constatant que des modifications très heureuses ont été récemment apportées dans la disposition des voies et la distribution des bâtiments des gares à voyageurs à grand trafic, ne croit pas pouvoir formuler d'opinion absolue au sujet de la solution à adopter, qui varie suivant les circonstances locales.

Toutefois, elle remarque que l'indépendance complète des lignes aboutissant parallèlement à une gare, la faculté de recevoir ou d'expédier les trains de toutes les directions sur toutes les voies à quai, la diminution de l'espace affecté aux salles d'attente fermées, enfin, la disposition d'accès par bout des quais des gares terminus, ont donné, dans un certain nombre de cas, de bons résultats qu'il est intéressant de signaler.

QUESTION XVII. — Renseignements techniques de la 3^e section.

« Examen des formulaires de renseignements techniques à recueillir en vue d'une nouvelle session du Congrès, sur :

» A. *L'utilisation des installations des gares.* — Longueur des voies de chargement et de déchargement des gares rapportée au nombre de tonnes embarquées et débarquées par an ; longueur des voies de formation de trains rapportée au nombre total de wagons manœuvrés par an ; longueur des quais de hangars à marchandises rapportée au nombre de tonnes embarquées ou débarquées à couvert par an, etc. ; appareils et dispositions pouvant faciliter les opérations de chargement et de déchargement (chariots, grues fixes et mobiles et autres moyens spéciaux, pour la houille, le blé et les matières sèches en général) ; leur capacité de travail rapportée au nombre de tonnes par an.

» B. *L'utilisation du personnel des gares.* — Nombre d'agents employés à la distribution des coupons de voyageurs rapporté au nombre de voyageurs embarqués annuellement ; nombre de gardes excentriques, manœuvres, chefs manœuvres employés à la formation des trains, rapporté au nombre des wagons manœuvrés par an ; nombre de facteurs, chefs ouvriers et ouvriers employés au service des grosses marchandises, rapporté au nombre de tonnes embarquées ou débarquées annuellement ; nombre d'agents employés aux écritures dans les bureaux de marchandises, rapporté au nombre d'expéditions faites annuellement, etc. »

Rapporteur : M. de Larminat, sous-chef de l'exploitation aux chemins de fer de l'Ouest français.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — Il serait très intéressant que les formulaires préparés pour les renseignements techniques des gares fussent imprimés et adressés aux Administrations adhérentes au Congrès, de manière que celles-ci pussent les remplir, en ce qui concerne leur réseau, et rédiger des notes qui devront y être annexées. Ces renseignements, envoyés à la Commission internationale et dépourillés par les rapporteurs qu'elle désignera, serviraient de base aux discussions du prochain Congrès.

(A suivre.)

CORRESPONDANCE

LES EXPÉRIENCES DU BATEAU « GOUBET »

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

Le *Génie Civil* (2) a déjà publié en 1886 une description détaillée du bateau-torpilleur sous-marin de M. Goubet. Depuis lors, son inventeur ne lui a fait subir que quelques modifications peu importantes et toutes de détail ; rien n'a été modifié aux principes mêmes de la construction.

De ces perfectionnements apportés au bateau sous-marin, le plus important est l'adoption d'un tube optique, destiné à permettre à l'homme dirigeant le torpilleur, alors que ce dernier est immergé entièrement, mais seulement sous une couche de quelques centimètres d'eau, de voir à la surface de la mer absolument comme si le bateau se trouvait émergé, dans les conditions normales de navigation.

Tube optique. — Cet appareil est d'une grande simplicité. Il se compose essentiellement de deux prismes à réflexion totale enchâssés aux deux extrémités d'un tube passant à frottement dur à travers la paroi du bateau. Celui-ci étant entièrement immergé, si l'on vient à élever au-dessus de la surface liquide l'extrémité du tube, les rayons lumineux pénétrant directement et sans déviation dans le prisme, par sa face normale à la ligne d'horizon, sont réfléchis totalement en arrivant sur la face inclinée et envoyés sur l'autre prisme, qui, leur faisant subir une action semblable, les renvoie finalement à l'œil de l'observateur. Ce dernier voit donc tout ce qui se trouve devant lui ; s'il veut apercevoir les objets situés en arrière du bateau, il lui suffit d'orienter en sens inverse le prisme émergeant, le prisme

(1) Cette question a été discutée dans les 2^e et 3^e sections réunies.

(2) Cette question a été discutée par les 2^e et 3^e sections réunies.

(1) Cette question a été discutée par les 2^e et 3^e sections.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome VIII, n° 9, p. 430.

intérieur restant fixe, ce qu'il peut faire facilement, un collier mobile supportant à la base du tube le prisme intérieur.

Quand le bateau doit s'enfoncer à une profondeur telle que son tube optique, dont le développement au-dessus de la coque peut varier de trente à quarante centimètres, ne pourrait plus émerger, l'appareil est retiré en arrière de manière à n'être exposé à aucun accident. Des précautions spéciales sont prises à son égard pour les périodes où il fonctionne, et une sorte de petit capuchon protecteur est destiné à le sauvegarder de tout choc éventuel.

Quand il fonctionne, le tube optique apparaît à la surface de l'eau comme une sorte de gros bouchon, et pour peu que la mer soit légèrement agitée, il devient totalement impossible de l'apercevoir; c'est dire qu'il ne saurait en rien compromettre l'existence du bateau sous-marin, en dévoilant sa présence à un ennemi.

Les expériences du « Goubet ». — Venons-en à l'examen des expériences qui ont été effectuées par le bateau *Goubet*, dimanche dernier, 13 avril, dans le bassin du Commerce, à Cherbourg.

Deux séries d'expériences ont été faites le même jour : le matin, en présence de quelques représentants de la presse parisienne et des rédacteurs des journaux de Cherbourg, l'après-midi, publiquement et devant environ un millier de personnes, parmi lesquelles on remarquait un grand nombre de marins.

Premières expériences. — Les expériences ont commencé vers dix heures, dans le fond du bassin du Commerce, et ont été exécutées dans une eau assez limpide.

Un petit radeau mesurant 6 mètres sur 3^m 50, et mouillé au milieu du bassin, sert de port d'attache au *Goubet*. Les assistants montent à bord de cinq torpilleurs rangés côte à côte et mouillés à quelques mètres de là, tandis que les deux hommes composant l'équipage du *Goubet* entrent dans leur bateau. Bientôt, les amarres étant détachées, on voit le *Goubet* s'éloigner du radeau, et, tout en s'enfonçant avec une lenteur extrême, évoluer en divers sens. Le torpilleur sous-marin, en ce moment, manœuvre uniquement à l'aide de ses deux paires de rames, *dorsale* et *abdominale*, dont le fonctionnement est comparable aux nageoires d'un poisson. D'ailleurs, provisoirement, le *Goubet* a dû retirer son hélice, l'administration des Ponts et Chaussées, pour des motifs demeurés inexplicables, lui ayant interdit d'en user dans l'intérieur du bassin du Commerce.

Quoi qu'il en soit, après avoir effectué quelques évolutions en différents sens et à des profondeurs variables, le *Goubet* vient se placer, étant au ras de l'eau, à moins d'un mètre de la rangée des torpilleurs et perpendiculairement à leur axe.

En cet endroit, la profondeur est de 6 mètres d'eau. Les torpilleurs calant environ 1^m 50, il reste au-dessous une hauteur d'eau de 4^m 50. Sans avancer d'une ligne, le *Goubet* s'immerge alors lentement jusqu'au moment où il a atteint la profondeur nécessaire pour pouvoir passer librement sous les bateaux au mouillage, c'est-à-dire jusqu'à environ 3 mètres de la surface du bassin; alors, évitant les chaînes des ancres retenant les torpilleurs, il franchit assez vivement les 15 mètres qu'occupent les 5 bateaux rangés bord à bord, et, son passage accompli, remonte doucement. Il effectue ensuite un virage complet dans un espace moindre que sa longueur, c'est-à-dire moindre que 5 mètres, et, obliquant légèrement, en se tenant immergé jusqu'au ras de l'eau, il vient passer entre la chaîne d'amarre de l'un des torpilleurs et l'avant de ce bâtiment, c'est-à-dire dans un espace à peine large de quelques mètres; puis, changeant une nouvelle fois de direction, il vient border doucement le steamer anglais *Saint-Margaret*, comme s'il eût dû déposer une torpille le long de ses flancs, et enfin il s'éloigne et regagne son port d'attache.

L'immersion totale du bateau a été d'environ 45 minutes.

Deuxième série d'expériences. — Les autres expériences ont encore eu lieu dans le bassin du Commerce, mais à une petite distance de l'endroit où avaient été faites les premières, vis-à-vis de l'Hôtel de l'Amirauté.

Le radeau, remorqué au milieu du bassin, était fixé par quatre ancres. Sur sa face regardant le quai ouest du bassin, une hélice fut mouillée étant entièrement libre.

Sur le côté du radeau dirigé vers la mer, une perche mobile surmontée d'un drapeau, et qu'un système de contrepoids tendait à maintenir dressée, fut abaissée dans l'eau et maintenue dans cette position au moyen d'un lest attaché par un fil.

Enfin, de distance en distance, dans le bassin, environ à 50 mètres les uns des autres, plusieurs petites bouées témoins furent immergées par le même procédé. La position de certaines de ces bouées était indiquée par de petits drapeaux qui venaient affleurer à la surface; d'autres, au contraire, étaient entièrement enfoncées au-dessous de la surface.

Cette fois, au milieu de la marée, l'eau, limpide le matin, était devenue trouble et noirâtre.

Cependant, les choses étant ainsi disposées, le bateau *Goubet*, qui était demeuré dans le fond du bassin, arrive, signalant uniquement sa présence aux spectateurs par le point formé par l'extrémité de son tube optique que l'on voyait émerger de temps à autre.

Tout d'abord, tournant le radeau, le torpilleur coupe avec son sécateur le fil maintenant abaissée la perche mobile, que l'on voit brusquement se dresser. Puis, continuant sa route, il vient au-devant du radeau où il dépose entre les bras de l'hélice une longue tige de fer; il passe ensuite, — évitant sans peine les chaînes d'amarre, malgré leur rapprochement, — sous le radeau, où il abandonne une fausse torpille de 102 kilogrammes, et, quittant enfin le radeau, il s'en va à la recherche des petites torpilles dont il doit couper les fils.

Successivement, le *Goubet* se dirige vers chacune d'elles, cherchant si bien leurs fils d'attache qu'il retourne au besoin sur ses pas et

recommence son opération s'il n'a pas réussi au premier abord, les sectionne avec son sécateur, et les bouées, devenues libres, s'en vont à la dérive. Certaines bouées ont ainsi été mises en liberté, le bateau étant en marche.

Au cours de ces évolutions, des boules de verre pouvant servir à renfermer des dépêches ont été envoyées de l'intérieur du torpilleur sous-marin.

Après deux heures et demie d'évolutions diverses, la dernière des bouées ayant été délivrée de ses attaches, le *Goubet* est enfin remonté à la surface; son capot a été ouvert et ses deux hommes d'équipage se sont montrés aussi dispos qu'avant l'expérience.

C'est à cet instant qu'a eu lieu le relèvement de l'hélice immergée, comme nous l'avons dit, dès le début des évolutions sous eau.

A son émergence, chacun a pu voir se dresser entre ses branches la barre de fer déposée par le bateau *Goubet*, et, pour bien montrer combien l'entravement était complet, un homme monta sur l'une des palettes et demeura assis, immobile, sans que son poids fit bouger en aucune manière cette hélice, que l'on avait vue, avant son immersion, virer autour de son axe sous une simple pression de la main.

Telles sont, minutieusement notées, les diverses expériences que le bateau *Goubet* a exécutées dimanche dernier, sous les yeux de la population de Cherbourg.

Leur intérêt ne saurait être mis en doute; elles semblent, en effet, prouver d'une manière certaine que le problème de la possibilité pratique de la navigation sous-marine est résolu dans une large mesure.

G. VITAUX.

LES CHAUSSEES EN ASPHALTE COMPRIMÉ

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

Quelques journaux anglais mènent en ce moment une violente campagne contre les chaussées en asphalte comprimé, sous le prétexte qu'elles sont plus glissantes que les autres. Une Société d'assurance contre les accidents de chevaux a même convoqué à une sorte de plébiscite les conducteurs de voitures de Londres, et recueilli un millier de suffrages en faveur de la proscription de l'asphalte. Ce jugement excentrique n'a pas ému beaucoup les Ingénieurs et les spécialistes quelque peu familiers avec les affaires de voirie; il me paraît d'ailleurs suspect d'une partialité dans l'analyse de laquelle il ne me convient pas d'entrer. Cependant, comme cette question du glissement est remise sans cesse sur le tapis, aussi bien à Paris qu'à Londres, et qu'elle pourrait finir par prendre les apparences d'une vérité, il est peut-être opportun de la réduire à ses termes exacts.

De même que le pavage en bois, l'asphalte est réellement glissant par certains temps de brouillard ou de pluie fine, si l'on ne prend pas, pour y remédier, quelques précautions particulières à chacun d'eux. Ces précautions consistent : pour le bois, à le saupoudrer de gros sable; pour l'asphalte, à laver sa surface à grande eau au moyen des bouches d'arrosage. Par ces expédients, bien simples, comme on le voit, le glissement des chevaux est immédiatement supprimé, sur l'un comme sur l'autre.

Le sablage du pavé en bois se fait avec assez de sollicitude, à Paris du moins; le lavage de l'asphalte y est beaucoup moins fréquent, et il est rare qu'il s'exécute juste au moment où il serait le plus efficace, c'est-à-dire lorsque la poussière savonneuse formée sur la chaussée durant la sécheresse commence à être humectée par une pluie fine ou par le brouillard. De là la proportion plus élevée de chevaux abattus sur l'asphalte.

Pourquoi, à Paris, est-on plus prodigue de sable que d'eau? Ceci reste inexplicable, car le second procédé est incontestablement plus économique que le premier. Sans compter que le sable contribue à obstruer les égouts, tandis qu'après avoir fait sur la chaussée d'asphalte son office de nettoyeur, l'eau de lavage le continue utilement dans les égouts. Ce qui, dans tous les cas, est certain, c'est qu'on a sous la main le remède infailible au glissement sur l'asphalte, et que si les chevaux s'y abattent plus qu'ailleurs, la faute en est, non pas au système de la chaussée, mais à l'insuffisance de son nettoyage.

Cette légende du glissement sur l'asphalte a été exploitée habilement dans des intérêts qu'il nous paraît superflu de rechercher et qui fussent parvenus peut-être à obtenir la suppression de l'asphalte comprimé dans Paris si, dans les régions où les influences privées ne priment pas les intérêts publics, ils n'eussent rencontré une résistance justifiée par les services que l'asphalte comprimé est appelé à rendre sous le point de vue de l'hygiène.

L'asphalte, en effet, n'est pas seulement, comme le bois, une chaussée insonore et, pour cette raison, fort prisé de ceux que le bruit du pavé de pierre désole; il est encore, dans les capitales comme Paris et Londres, le plus puissant auxiliaire de l'hygiène publique. Par sa nature bitumineuse, et grâce à son imperméabilité absolue, il établit entre le sous-sol empesté des grandes villes et l'atmosphère des rues, une sorte d'écran infranchissable aux miasmes délétères qui, sous l'influence des variations thermométriques et hygrométriques tendent à s'échapper et à se répandre dans l'air respirable. Il empêche, de même, les liquides impurs, les eaux grasses, les déjections des chevaux, d'aller s'emmagasiner dans la terre meuble, ou dans les matériaux plus ou moins spongieux qui servent de fondations à la chaussée; il évite ainsi la formation des foyers d'infection d'où, au retour des chaleurs, les gaz empoisonnés s'échappent lorsque le pavage est relevé de bout, ou simplement par les joints eux-mêmes du pavé. Ces ferments de maladies épidémiques glissent, sans la pénétrer, sur la couche d'asphalte, surtout lorsque leur évacuation est accélérée par des lavages fréquents qui les entraînent dans les égouts.

Cette propriété de l'asphalte n'a pas échappé aux Ingénieurs allemands, qui se sont peu inquiétés des doléances de quelques propriétaires de chevaux précieux, et ont jugé que la santé publique était chose d'un intérêt plus considérable que celui des écuries de luxe; et Dieu sait, pourtant, si, là-bas, la cavalerie militaire est un objet de précautions et de respect. En fait, Berlin a appliqué dans ses quartiers du centre, depuis dix ans, plus d'asphalte comprimé que n'en ont fait chez eux en trente ans Londres et Paris réunis.

L'infériorité de Paris sous ce point de vue s'explique par l'incident, aujourd'hui bien connu, qui faillit, vers 1878, compromettre l'existence de l'asphalte. On sait que, vers cette époque, à la suite d'une adjudication au rabais malencontreusement substituée aux marchés précédents, l'entretien des aires asphaltées de Paris tomba entre les mains d'entrepreneurs dont il est inutile de rappeler l'aventure autrement qu'en disant que l'un est mort fou, et que l'autre, aujourd'hui réclamé par la justice française à un pays étranger va être extradé et mené en cour d'assises. Cette éclipse de cinq années dans l'entretien des chaussées asphaltées de Paris suffit pour les contaminer de telle façon qu'il a fallu les reconstruire depuis presque en entier. L'erreur de la municipalité d'alors a coûté cher à la Ville; elle a fait, sur le public, une impression déplorable, et elle eût infailliblement brisé l'avenir de l'asphalte si la Direction des travaux, qui connaissait les causes vraies de l'échec, n'avait tenu tête aux détracteurs intéressés ou irréflectifs. L'état dans lequel on voit aujourd'hui des chaussées asphaltées des grandes artères du centre de Paris, donne raison à la prudence des Ingénieurs auxquels on doit la conservation de ce précieux procédé.

En résumé, l'on peut dire que, même s'il avait l'inconvénient que quelques-uns persistent à lui attribuer et qui met si fort en colère certains journaux de Londres, l'asphalte devrait encore à son rôle d'auxiliaire énergique de la salubrité publique le droit à l'existence parmi les chaussées de l'avenir. Mais cet inconvénient lui-même n'existe pas. On peut s'en assurer en regardant une chaussée asphaltée après une forte pluie qui vient de la laver à grande eau; on n'y verra jamais un cheval glisser. On n'a qu'à remplacer la pluie par l'arrosage à la lance, chaque fois que la boue savonneuse se formera, c'est-à-dire une vingtaine de jours par an, et les chutes de chevaux cesseront. Voilà certes un remède qui n'exige pas beaucoup de frais d'imagination; il suffirait d'y penser.

L'histoire de l'œuf de Christophe Colomb est décidément de tous les âges.

LÉON MALO,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

INFORMATIONS

Le flambeau électrique du ballet d' « Ascanio » à l'Opéra de Paris.

Le théâtre national de l'Opéra a donné avec grand succès, le 21 mars dernier, la première représentation d'*Ascanio*. Les directeurs, MM. Ritt et Gailhard, n'ont rien négligé pour encadrer la nouvelle œuvre de M. Camille Saint-Saëns d'une manière digne de notre première scène musicale. Les décors, d'une manière générale, sont fort beaux; nous citerons tout particulièrement celui du jardin de Fontainebleau, dominé par la forêt, remarquable composition de MM. Lavastre et Carpezat. C'est dans ce superbe décor que se danse le curieux ballet que l'auteur du livret, M. Louis Gallet, a composé sous la forme d'une fantaisie mythologique dans le goût de la Renaissance. Ce ballet est admirablement monté, mais nous n'en voulons parler ici qu'au point de vue tout spécial du rôle qu'y joue la lumière électrique sous l'apparence modeste du flambeau du Génie porté par la danseuse figurant Apollon au milieu des Muses.

Les directeurs de l'Opéra désiraient avoir un flambeau léger et de dimensions restreintes, s'alimentant par lui-même pendant douze à quinze minutes consécutives, de façon à supprimer toute batterie indépendante et les fils conducteurs, qu'il eût été d'ailleurs difficile de dissimuler dans les vêtements de la danseuse.

M. G. Trouvé, auquel ils s'étaient adressés, leur a construit un flambeau (fig. 1 et 2) renfermant six petits accumulateurs du genre de ceux de Gaston Planté, et une lampe à incandescence dont les rayons se tamisent à travers des pierreries de diverses couleurs. Trois des accumulateurs occupent la partie supérieure du flambeau; les trois autres sont logés à la partie inférieure, dans le fût.

Ces deux petites batteries d'accumulateurs ont leurs éléments réunis en tension et peuvent fournir, pendant quinze à vingt minutes, un courant de 3 ampères et 10 volts, soit 30 watts.

Chaque élément complet, avec son enveloppe, pèse 70 grammes, soit 420 grammes pour les deux batteries. Les lames polaires ont chacune 5 centimètres de hauteur sur 7 centimètres de longueur, soit une surface de 35 centimètres. Ces lames sont enroulées sur elles-mêmes, de façon à rendre actives les deux surfaces; celles-ci sont d'environ 1 décimètre carré par élément.

La distance réservée entre les deux lames polaires a une grande importance pour des appareils aussi petits, puisque chaque élément est représenté dans tout son ensemble par un cylindre ou étui de 0^m07 de hauteur sur 0^m02 de diamètre. En effet, si pour augmenter la surface des lames polaires on réduit à une fraction de millimètre l'espace qui les sépare, la résistance du couple n'étant plus suffisante, les éléments ne conserveront pas la charge. Si, par contre, on les éloigne de quelques millimètres, les surfaces actives se trouvent par trop réduites et ne sont plus en rapport avec le travail

qu'elles ont à produire. Dans un cas comme dans l'autre les résultats étant déplorables, M. Trouvé a dû avoir recours à l'expérience pour se placer dans les meilleures conditions de fonctionnement.

En s'arrêtant à 1^{mm}5 pour l'écartement des lames polaires, il est arrivé à obtenir une charge qui est non seulement suffisante pour une représentation, mais qui a encore pu servir à deux représentations séparées par deux jours d'intervalle.

M. Trouvé a ingénieusement combiné les communications électriques entre la lampe, les éléments et le commutateur. Les fils conducteurs de la source d'électricité destinée à charger les accumulateurs aboutissent aux signes + et -. Le courant de la batterie de charge entre par le signe + (fig. 2), arrive à la première batterie d'accumulateurs pour se rendre à la batterie supérieure par la masse métallique, et revient à la batterie de charge par le contact qui aboutit au signe -. Dans ces conditions, les batteries d'accumulateurs seules, sont en rapport avec la source électrique destinée à les charger, la lampe à incandescence se trouvant actuellement en dehors du circuit. En effet, cette lampe est en relation d'une part avec le pôle négatif de la batterie supérieure, et d'autre part avec un long conducteur central, parallèle au premier, qui aboutit au signe + mais dont il est isolé. La jonction entre ces deux conducteurs ne peut donc se faire que par



FIG. 1 et 2. — Flambeau avec accumulateurs.

FIG. 3. — Flambeau avec piles.

l'intermédiaire du bouton de pression, qui lui-même est isolé de la partie métallique du flambeau.

Supposons le flambeau rendu à lui-même, c'est-à-dire séparé de la batterie de charge et en état de fonctionner. Si on appuie sur le bouton, celui-ci établira la liaison entre les deux conducteurs parallèles, isolés l'un de l'autre, et le circuit des batteries avec la lampe sera établi; le flambeau brillera alors dans tout son éclat tant que durera la pression du doigt sur le commutateur ou bouton de contact. Si, au contraire, on interrompt la pression, la lumière cessera et les batteries seront au repos. On peut donc à volonté faire briller le flambeau ou le rendre obscur.

La figure 3 représente en coupe un autre flambeau, qui n'est qu'une variante du premier; il en diffère seulement par la source électrique qui le met en jeu. Les piles à renversement de M. Trouvé remplacent ici les accumulateurs. En tenant le flambeau la tête en bas, elles sont au repos, ainsi que la lampe à incandescence, même en faisant jouer le commutateur ou bouton de contact. Au contraire, lorsqu'on porte le flambeau la tête en haut pour s'en servir, la lampe brille alors d'un vif éclat, comme dans le flambeau précédent, si l'on agit sur le commutateur.

Cette seconde disposition permet de se passer de la source extérieure d'électricité, qui est indispensable dans le premier flambeau, pour le chargement des accumulateurs. Ceux-ci, en raison de leurs faibles dimensions, nécessitent de grandes précautions, car, en les chargeant, un courant trop puissant risquerait de les mettre hors de service.

Les flambeaux électriques de M. Trouvé viennent de figurer à l'Exposition de la Société de Physique, à Paris, où ils ont obtenus un vif succès de curiosité.

C. T.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

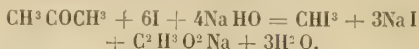
ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 24 mars 1890.

Physique. — Relation entre le volume, la pression et la température de diverses vapeurs. Note de M. CH. ANTOINE.

Chimie. — 1° Dosage de l'acétone par l'iodeforme. Note de M. G. ARACHEQUESNE.

M. Arachequesne présente à l'Académie une série d'observations sur le dosage de l'acétone par l'iodeforme, dosage reposant sur la réaction de Lieben et dont la formule théorique est la suivante :



La première méthode de dosage fondée sur cette réaction d'après la formule ci-dessus est due à Krämer, mais elle n'a jamais eu pour but que de doser l'acétone dans l'alcool méthylique destiné à la fabrication de la méthylaniline, c'est-à-dire dans un produit devant renfermer au maximum 1 % d'acétone.

Suivant la formule ci-dessus, les 5 centimètres cubes d'iode binormal indiqués par Krämer, soit 1^{er} 27 d'iode, permettraient de doser dans 1 centimètre cube de méthylène essayé 0^{re} 0966 d'acétone, correspondant à un méthylène d'une teneur de 12 %. Or M. Arachequesne, dans une longue pratique de ces essais, n'a jamais pu obtenir de résultats concordants au delà d'une quantité de 0^{re} 012 d'acétone par centimètre cube, soit sur des méthylènes renfermant au plus 1,5 % en poids.

Il conseille donc :

1° D'employer telle quelle la méthode Krämer à l'alcool méthylique pur seulement ;

2° Pour les méthylènes renfermant de 1,5 à 30 % d'acétone, employer la même méthode, mais en prenant un volume moindre et proportionné à la richesse en acétone. Par exemple, pour les méthylènes de 20 à 30 %, l'auteur prend 5 centimètres cubes qu'il étend par l'eau distillée à 500 centimètres cubes. On prélève alors 5 centimètres cubes de ce mélange, soit 0^{re} 05 du méthylène essayé, on multiplie ensuite le nombre trouvé par 20 et l'on a le résultat cherché. Cette multiplication a pour effet de multiplier les erreurs et ne permet plus l'approximation à 1 % près.

3° Au-dessus de cette richesse, l'auteur prend 5 centimètres cubes du méthylène ou de l'acétone à doser, il l'amène avec de l'eau distillée à 50 centimètres cubes, puis prélève 5 centimètres cubes de ce mélange, qu'il porte dans un ballon d'environ 200 centimètres cubes, terminé en bas par une pointe fermée avec un caoutchouc et une pince Mohr ; il ajoute ensuite 10 centimètres cubes de soude binormale et 5 centimètres cubes d'iode ; après agitation, il fait une nouvelle addition, dans les mêmes proportions, de soude et d'iode, et il continue ces additions jusqu'au moment où il ne se produit plus de trouble d'iodeforme dans le liquide clair surnageant. Tout l'acétone est alors certainement transformé.

Le précipité d'iodeforme est ensuite facilement rassemblé sur un filtre d'amiant et dissous dans 10 centimètres cubes d'éther et pesé comme dans le procédé Krämer.

M. Arachequesne a pu arriver avec cette méthode à 0,5 % près dans des dosages de produits renfermant 95 à 99 % d'acétone pur.

2° Dosage de la matière grasse dans le lait. Note de M. LEZÉ, présentée par M. Troost.

Ce procédé repose sur la dissolution de la caséine dans un acide ; la matière grasse en effet se sépare assez vite, surtout à chaud, et vient surnager en gouttes huileuses à la surface du liquide. C'est avec l'acide chlorhydrique que la réaction est le plus sensible.

Pour opérer le dosage, l'auteur prend un ballon en verre dont le col allongé est gradué en centimètres cubes et dixièmes. On y verse un mélange préparé et agité d'avance de 100 parties de lait pour 200 à 250 parties d'acide chlorhydrique pur et concentré, puis on chauffe jusqu'à ce que la liqueur soit devenue de couleur brune.

On ajoute alors de l'ammoniaque diluée jusqu'à ce que le liquide s'éclaircisse ; on remplit le ballon avec assez d'eau chaude pour que le niveau atteigne le haut de la graduation, et on lit directement le nombre de divisions occupées par la matière grasse qui se rassemble aussitôt et reste fondue dans le tube chaud.

Les résultats sont assez réguliers et satisfaisants pour la pratique industrielle ; les manipulations sont simples et rapides.

Électricité. — Étude comparative du pouvoir inducteur spécifique et de la conductibilité d'espaces à air raréfié. Note de M. JAMES MOSER.

Dans une note antérieure, M. Moser a démontré que l'air, qui conduit la décharge induite quand il est à la pression de 1 millimètre, redevient isolant quand on pousse très loin la raréfaction. Il faut donc distinguer trois états de raréfaction : 1° le vide ordinaire (isolant) ; 2° le vide à 1 millimètre (conducteur) ; 3° le vide extrême (isolant).

L'auteur a cru intéressant de mesurer le pouvoir inducteur spécifique de l'air à ces trois états et présente dans cette note l'appareil dont il s'est servi pour faire ces mesures, et les résultats qu'il a obtenus. Il résulte de ses recherches qu'il n'y a aucune variation du pouvoir inducteur quand on change la raréfaction, et qu'il a pu faire nettement cette différence des deux propriétés électriques des espaces à air raréfié, la variation de leur conductibilité et en même temps la constance de leur pouvoir inducteur.

2° Électrolyse d'un mélange de deux sels en dissolution aqueuse. Note de M. L. HOULLEVIGNE, présentée par M. Mascart.

Mathématiques. — 1° Sur une transcendante remarquable découverte par M. Fredholm. Note de M. MITTAG-LEFFLER, présentée par M. Poincaré.

2° Sur les invariants d'une classe d'équation du premier ordre. Note de M. Z. ELLIOT, présentée par M. Darboux.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'industrie nationale

Séance du 28 février 1890.

Résistance électrique du fer et de ses alliages. — M. LE CHATELIER présente à la Société les résultats de ses recherches sur la résistance électrique des métaux aux températures élevées pour déterminer les températures auxquelles se produisent les transformations moléculaires de ces corps.

Machine à calculer. — M. LÉON BOLLÉE présente une machine à calculer dont le principe est tout différent de celles qui ont été imaginées jusqu'à ce jour dans le même but. Cette machine, munie d'un appareil multiplicateur qui détermine immédiatement, en une seule fonction et sans passer par les intermédiaires, le produit d'un nombre quelconque par un chiffre quelconque du multiplicateur, se compose de deux parties distinctes : le calculateur et le récepteur, dont l'auteur donne en détail le rôle et le fonctionnement.

La machine sert à la multiplication de même qu'à la division ; elle fait aussi les additions, les soustractions, la suite des carrés des nombres, les progressions et les comptes d'intérêts. Les racines carrées peuvent être obtenues d'une façon tout à fait automatique.

Pulvérisation du liège. — M. DE VASSON fait une communication sur la pulvérisation du liège, obtenue au moyen d'une meule nouvelle qui, par un seul broyage, donne une série de poudres de toutes dimensions, y compris l'impalpable, c'est-à-dire celle qui tamise à travers une toile de 140 fils au pouce carré.

L'auteur donne ensuite une série d'applications auxquelles se prête la poudre de liège.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 7 mars 1890.

Présidence de M. GRIMAUD.

M. MAQUENNE a étudié le mécanisme de la réduction de l'acide sulfureux par les acides inférieurs du phosphore. Il a reconnu que la réduction totale avec dépôt de soufre est précédée de la formation d'une quantité sensible d'acide hydrosulfureux dont on peut caractériser la présence au moyen des sels de cuivre qui précipitent à froid de l'hydrure cuivrique, ou au moyen de la teinture d'indigo qui est immédiatement décolorée.

La réaction, lente avec l'acide phosphoreux, est presque instantanée avec l'acide hypophosphoreux. Il suffit, pour le démontrer, de mélanger l'une à l'autre deux dissolutions, l'une d'acide hypophosphoreux, l'autre d'acide sulfureux, toutes deux colorées par de l'indigo, qui passent très rapidement du bleu au jaune clair.

M. A. COMBES, en traitant l'acétylacétone par le chlorure de sulfuryle, a obtenu une acétylacétone

monochlorée, bouillant à 156°. Traitée par l'acétate de potassium en solution alcoolique, on obtient non pas une acétone, mais un composé $\text{C}^3\text{H}^3\text{O}^3$ dont la constitution paraît exprimée par la formule $\text{CH}^3\text{-CO-CH.OH-CO-CH}^3$. Ce composé réduit à froid le nitrate d'argent et le réactif cupropotassique, et décompose les carbonates.

M. A. GORGEU fait connaître quelques-uns des phénomènes qu'il a observés en faisant agir l'eau oxygénée sur les composés oxygénés du manganèse. Il résulterait de ses recherches :

1° Que si le bioxyde de manganèse hydraté (acide manganoux) décompose immédiatement l'eau oxygénée, il est lui-même fortement réduit par ce dernier réactif ;

2° Que la tendance de l'eau oxygénée dans un milieu incapable de dissoudre l'oxyde manganoux est d'amener tous les suroxydes au degré d'oxydation correspondant au manganite saturé MnO^2 . 2MnO ;

3° Que, dans un milieu capable de dissoudre l'oxyde manganoux, c'est-à-dire en présence d'un acide ou du chlorhydrate d'ammoniaque dissous et concentré, la réduction des suroxydes est conduite jusqu'au protoxyde, conformément sans doute à la loi thermochimique du « travail maximum » établie par M. Berthelot ;

4° Que le protoxyde de manganèse, précipité par la potasse ou l'ammoniaque en présence d'un excès d'eau oxygénée, est transformé en un suroxyde dont la composition est peu éloignée de celle du manganite MnO^2MnO , suroxyde auquel l'action de l'air ou de l'eau aérée tend à amener le manganite MnO^2 . 2MnO .

BIBLIOGRAPHIE

Traité mathématique et pratique des opérations financières, par M. LÉON MARIE, ancien élève de l'École polytechnique. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1890.

La librairie Gauthier-Villars vient de publier, sous le titre de *Traité mathématique et pratique des opérations financières*, un ouvrage remarquable dont l'utilité se faisait sentir depuis longtemps par suite du développement si considérable des transactions financières et de l'absence de tout travail antérieur sur le même sujet. L'auteur, M. Léon Marie, ancien élève de l'École polytechnique et examinateur de mathématiques appliquées à l'École des hautes études commerciales, était plus à même de mener à bien une entreprise aussi vaste ; il y a pleinement réussi : la lecture de l'ouvrage se recommande particulièrement aux économistes, aux financiers de tous ordres, et même aux ingénieurs, auxquels la connaissance des calculs financiers est souvent indispensable. Ne pouvant nous étendre plus longuement sur l'analyse de ce traité, nous nous contenterons d'en exposer le plan par la nomenclature des cinq livres qui le composent :

Livre I. — Opérations de banque à court terme. (*Intérêts simples, Escompte, Comptes courants.*)

Livre II. — Opérations de Bourse. (*Opérations au comptant et à terme.*)

Livre III. — Opérations de change. (*Monnaies, Change, Arbitrages.*)

Livre IV. — Opérations financières à long terme. (*Intérêts composés, Rentes, Amortissement.*)

Livre V. — Étude sommaire des principales valeurs mobilières. (*Fonds d'États français et étrangers, Actions, Obligations.*)

Annuaire des Chemins de fer pour 1890, par E. MARCHAL. — Dentu, éditeur, Paris. Prix : 2 fr. 50.

L'*Annuaire des Chemins de fer*, qui en est à sa cinquième année d'existence, contient des indications fort utiles et des renseignements très complets sur tout ce qui concerne les chemins de fer français, avec la composition du personnel principal de chaque Compagnie.

AVIS. — L'Administration du Génie Civil se charge de procurer tous les ouvrages indiqués au compte rendu bibliographique. Envoyer le montant en un mandat de poste ; le port en sus.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Etranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Le port de Rochefort, p. 497 ; J. AUROUS ; — Pont-route de Santa-Guistina sur le ravin de Noce (Tyrol Méridional) (planche XLII), p. 499. — Art militaire : Obusiers rayés d'Armstrong, p. 501. — Études économiques : La question des traités de commerce, p. 502 ; ÉMILE BERT. — Exposition universelle de 1889 : L'État de Victoria (Australie) à l'Exposition universelle de 1889, p. 506 ; R. GENTILINI. — Congrès : Congrès international des chemins de fer (3^e session : Paris, 14-23 septembre 1889 (suite et fin), p. 508. — Correspondance : Utilisation de la gravité pendant la descente des trains sur les chemins de fer à fortes

rampes, p. 510 ; PIETRO OPPIZZI. — Nécrologie : M. Eugène Pélégot, p. 510 ; C. VINCENT ; — Le colonel Solignac, p. 511 ; A. GOUILLY. — Informations : Nouveau graisseur mécanique à débit réglable et niveau visible, p. 511 ; — La translation de l'École Polytechnique à Saint-Cloud, p. 511.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils, séance du 21 mars 1890, p. 512. — Académie des Sciences, séance du 31 mars 1890, p. 512 ; G. PETIT. — Société d'encouragement pour l'industrie nationale, séance du 28 mars 1890, p. 512.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 512.

Planche XLII : Pont-route de Santa-Guistina sur le ravin de Noce (Tyrol Méridional).

TRAVAUX PUBLICS

LE PORT DE ROCHEFORT

Depuis la création du port de Rochefort par Colbert, la marine militaire n'a apporté à la Charente aucune amélioration pour permettre aux grands bâtiments de guerre de se rendre en rade avec leur armement complet, ou de remonter la rivière à toute marée pour se réparer dans le port ou s'y ravitailler (fig. 1, 2, 3 et 4).

L'insuffisance de profondeur de la Charente présente cependant de

dant pendant des mois entiers une marée favorable pour désarmer leur navire et se reposer de leurs fatigues.

Aujourd'hui, la situation est devenue bien autrement grave. On ne peut embarquer que dans le port, avec des engins spéciaux, la lourde artillerie des bâtiments ; on n'a plus à bord de mâture pour faire les mouvements de matériel qu'elle rendait possibles et l'on ne peut diminuer sensiblement le tirant d'eau pour faciliter la descente en rade.

D'un autre côté, il est fort rare que les essais de machines à vapeur réussissent du premier coup, et il est indispensable, pour qu'ils ne



FIG. 1. — Port de Rochefort. — Arrière-garde. — Vue d'amont.

graves inconvénients. Pendant le règne de la marine à voiles, les vaisseaux que l'on construisait à Rochefort, comme dans les autres ports militaires, ne pouvaient, après leur achèvement, descendre en rade qu'aux grandes marées, avec une partie de leur armement. Il fallait pour le compléter beaucoup de temps et d'argent ; mais cette opération ne présentait aucune impossibilité matérielle, et les équipages attendaient sans impatience le moment de prendre la mer. Il n'en était pas de même quand un bâtiment entraînait en rade, après une longue campagne. Etat-major et équipage maudissaient ce port, où l'on ne pouvait remonter qu'après des travaux pénibles, et en atten-

s'éternisent pas, de pouvoir rentrer dans le port, s'il survient une avarie de quelque importance.

Il faut donc ou approfondir la Charente, ou ne construire à Rochefort que des bâtiments de guerre dont le tirant d'eau soit assez faible pour leur permettre de descendre en rade ou de remonter dans le port à toute marée.

La même nécessité s'impose pour les bâtiments que la marine confie à l'industrie, soit à Bordeaux, soit à Saint-Nazaire ; car Rochefort est le port où ils devront être terminés, si l'on ne veut les exposer aux

dangers que présente l'envoi à Cherbourg ou à Brest d'un bâtiment incomplètement armé.

Pour des motifs que nous n'avons pas à apprécier, on ne s'est pas toujours astreint à cette obligation. C'est ainsi que le cuirassé de croisière le *Duguesclin*, construit à Rochefort, n'a pu descendre la Charente en mars 1883, qu'en réduisant son tirant d'eau arrière à 7^m 30, et a dû se rendre à Brest pour faire ses essais de machine, parce qu'en cas d'avarie il eût fallu attendre le mois de septembre pour lui permettre de rentrer dans le port. Pour le même motif, le cuirassé d'escadre le *Requin*, construit par les Chantiers de la Gironde, a été dirigé sur Brest, aussitôt après sa livraison, en décembre 1886.

Comment se fait-il qu'on ait laissé se perpétuer une situation qui



FIG. 2. — Plan des environs de Rochefort et de l'embouchure de la Charente.

a causé en 1809 la destruction, par les Anglais, de l'escadre du vice-amiral Allemand, mouillée en rade de l'île d'Aix, et qu'on n'ait rien fait pour permettre, en temps de guerre, à tout bâtiment de la flotte d'entrer dans le seul port que nous possédions dans l'Océan, pour s'y réparer, s'y ravitailler, ou échapper à la poursuite de l'ennemi ? Rochefort n'est-il pas appelé, en temps de guerre, à protéger le commerce de Bordeaux, de la Rochelle et de Nantes ? N'est-il pas le seul de nos ports qui, par sa position en dedans des terres, soit à l'abri d'une attaque par mer ? S'il en est ainsi, pourquoi l'a-t-on laissé dans cet état d'abandon ? Pourquoi n'a-t-on pas profité de son admirable situation pour en faire un port de premier ordre ?

C'est que l'on n'a pas cru à la possibilité d'améliorer le régime de la

niveau primitif ; creusez un trou dans la vase à l'embouchure, et en quelques heures il sera comblé !

Le Ministère des Travaux publics, aidé pécuniairement par la ville de Rochefort, ne s'est heureusement pas laissé arrêter par ces craintes. Le dérasement des deux premiers seuils est terminé ; celui de Fougoux, qui doit son nom à la perte d'un vaisseau qui s'y échoua, va l'être. Le port de Rochefort a conservé sa belle profondeur, qui lui permet de maintenir à flot, à mer basse, les plus grands navires, et il ne s'est pas déposé de vase dans le chenal creusé au travers des deux seuils de l'Avant-garde et de Soubise.

Pendant que le Ministère des Travaux publics poursuivait ce travail utile, la carte géologique du département de la Charente-Inférieure était faite avec la collaboration d'un agent administratif distingué de la marine, et permettait de lever, à notre avis, les doutes que l'on pouvait avoir sur la possibilité de faire une œuvre durable en approfondissant le chenal du Vergeroux à l'île d'Aix.

Un fait incontesté, c'est que la profondeur de la Charente n'a pas diminué depuis la création du port de Rochefort, et cependant elle est chargée de vase de Rochefort à la mer. Si un étranger assistait à l'échouage d'un bâtiment dans un des bassins du port, il verrait, pendant l'épuisement, de nombreux manœuvres occupés à balayer, à mesure que l'eau baisse, la vase qu'elle dépose sur les banquettes. S'il allait près de la porte d'entrée du bassin, il verrait une drague entraîner, avec une espèce de cuiller, vers le lit de la Charente, la vase déposée à marée basse.

Partout où le courant de la rivière ne se fait pas sentir, la vase s'élève rapidement ; il ne s'en dépose pas au contraire dans le chenal. C'est la même vase qui tantôt se dépose sur les bords, et tantôt est rejetée mécaniquement dans le chenal quand il est nécessaire de dégager les abords des bassins, des cales de lancement et de tous les points du port où l'exigent les besoins du service ; mais jamais on n'a enlevé un atome de vase pour le porter en dehors de la Charente.

Si donc le chenal ne se modifie pas, c'est que la même vase est soumise à un mouvement alternatif d'aval en amont avec le flux et le reflux. La Charente est en effet remarquablement transparente au-dessus des points où la marée cesse de se faire sentir. Pendant la saison pluvieuse, elle est, à Rochefort, moins bourbeuse qu'en été, parce que le courant est moins troublé par la marée. Les apports de vase en amont de Rochefort sont nuls ou insignifiants ; ils doivent être également très faibles en rade, car l'eau de mer est claire au large de l'île d'Aix.

Nous avons dit qu'il ne s'est pas déposé de vase dans le chenal de 40 mètres de largeur creusé à travers les seuils de l'Avant-garde et de Soubise, et cependant, le dérasement de ce dernier remonte à 1886-1887. En sera-t-il de même si l'on creuse un chenal de même largeur du Vergeroux à l'île d'Aix, afin d'obtenir seulement un tirant d'eau de 2^m 50 aux plus basses mers, ce qui est suffisant pour assurer

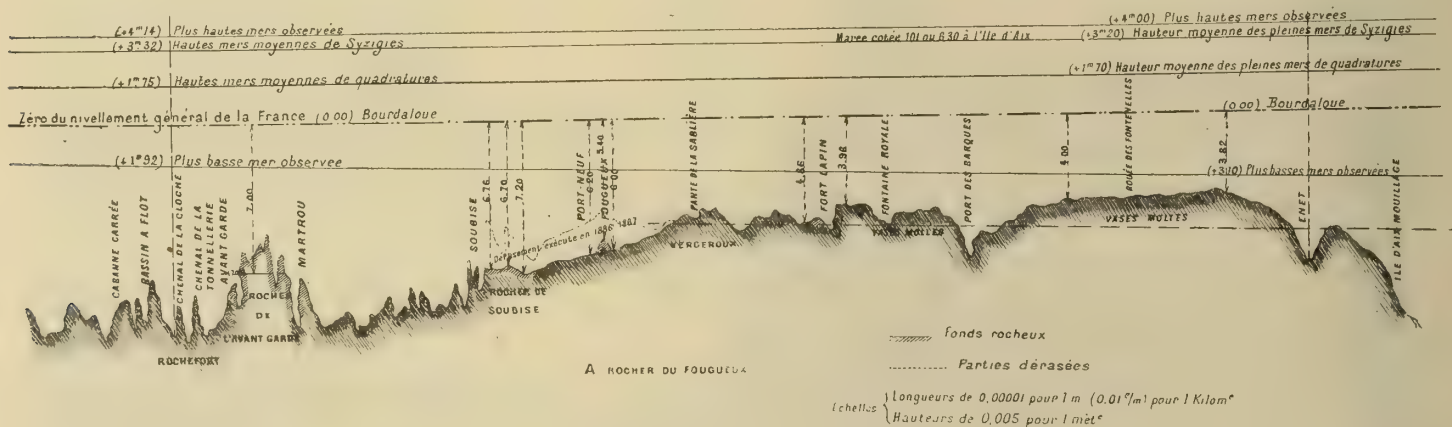


FIG. 3. — Profil en long du lit de la Charente, entre Rochefort et la mer.

Charente, et que l'on s'est heurté aux dépenses énormes exigées par les projets étudiés, soit pour isoler le port de guerre de celui du commerce, soit pour creuser un canal profond, allant de Rochefort en rade, et permettant aux plus grands cuirassés de le parcourir librement.

L'impossibilité d'approfondir la Charente était si bien ancrée dans l'esprit des personnes les plus compétentes en semblable matière, que la marine ne s'est pas intéressée aux travaux commencés en 1883 par le Ministère des Travaux publics, pour dévasser les seuils rocheux de l'Avant-garde, de Soubise et de Fougoux (fig. 3). Ne touchez pas, disaient les pilotes, à la rivière dont le chenal n'a pas varié depuis la création du port ; en dérasant les seuils, vous diminuerez la profondeur de la rivière ! Vous voulez creuser un chenal dans la Charente, disaient des Ingénieurs fort distingués, mais vous agissez dans un sol argileux, et les poussées latérales relèveront votre chenal au

à toute heure les communications avec la rade pour le service courant ? Or, cela obligerait simplement à enlever, dans les hauts fonds, 1 mètre de vase jusqu'au Port des Barques et 1^m 80 au delà ?

Dans son parcours de Rochefort à la mer, la Charente traverse des alluvions quaternaires de l'âge du bronze et des alluvions plus récentes qui reposent sur l'étage cénomaniens, dont les assises sont alternativement rocheuses et argilo-sableuses. Les roches de cet étage constituent les falaises de Vergeroux, de Fouras, d'Enet et de l'île d'Aix, sur la rive droite ; on les observe à mer basse sur les berges de la Pointe-Sans-Fin, de Saint-Laurent, et sur celles de l'autre rive, au Fort Lapin et à la Fontaine Royale. Plus bas, le rocher des Fontenelles, l'île Madame et les Palles appartiennent à la même formation ; seules, sur cette rive, les falaises entre Martrou et Soubise sont turonniennes.

Les roches cénomaniennes constituent dans le lit de la Charente

les seuils rocheux dont nous avons parlé, tandis que les fonds vaseux des cartes hydrographiques paraissent correspondre aux assises argilo-sableuses du Cénomanien mises à jour dans les fractures transversales de cet étage.

Des sondages soigneusement faits sur les deux bords de la Charente permettraient de se rendre exactement compte de la consistance de ces fonds, mais on ne saurait les confondre avec la vase soumise au va-et-vient des marées. C'est pour s'être mépris à cet égard que M. Courbebaisse, ancien directeur des travaux hydrauliques, avait cru pouvoir, en 1879-1880, approfondir, avec un râteau armé de dents, le chenal du Vergeroux au Port des Barques. Cette opération a complètement échoué, et il ne pouvait en être autrement. Les fonds de vase en cet endroit ont une certaine consistance, et elle doit être assez grande, car sans cela on ne s'expliquerait pas comment la fosse du Port des Barques, où la rivière a 2^m 50 de plus de profondeur qu'en

leurs de la première assise cénomaniennne, car les grès durs de la deuxième constituent la base des falaises de Fouras et présentent de nombreux affleurements jusqu'au fort d'Enet. L'approfondissement du chenal dans cette partie ne présenterait donc pas de difficulté.

Le dérasement des seuils a exigé une extraction de 121 500 mètres cubes de roches, au prix de 11 fr. 75 le mètre cube mesuré au profil, et 280 000 mètres cubes de vase et de graviers, au prix trop élevé de 2 fr. 25 le mètre cube mesuré au bateau sur la berge, soit une dépense de 2057625 francs.

Nous estimons que pour le chenal à creuser, il faudrait extraire 170 000 mètres cubes de vase et de graviers du Vergeroux au Port des Barques, et 300 000 mètres cubes au delà jusqu'à l'île d'Aix; d'après des travaux analogues faits en Gironde, leur extraction ne reviendrait pas à plus de 2 fr. 25 le mètre cube réel. A ce prix, la dépense à faire du Vergeroux au Port des Barques serait de 382500 francs, et

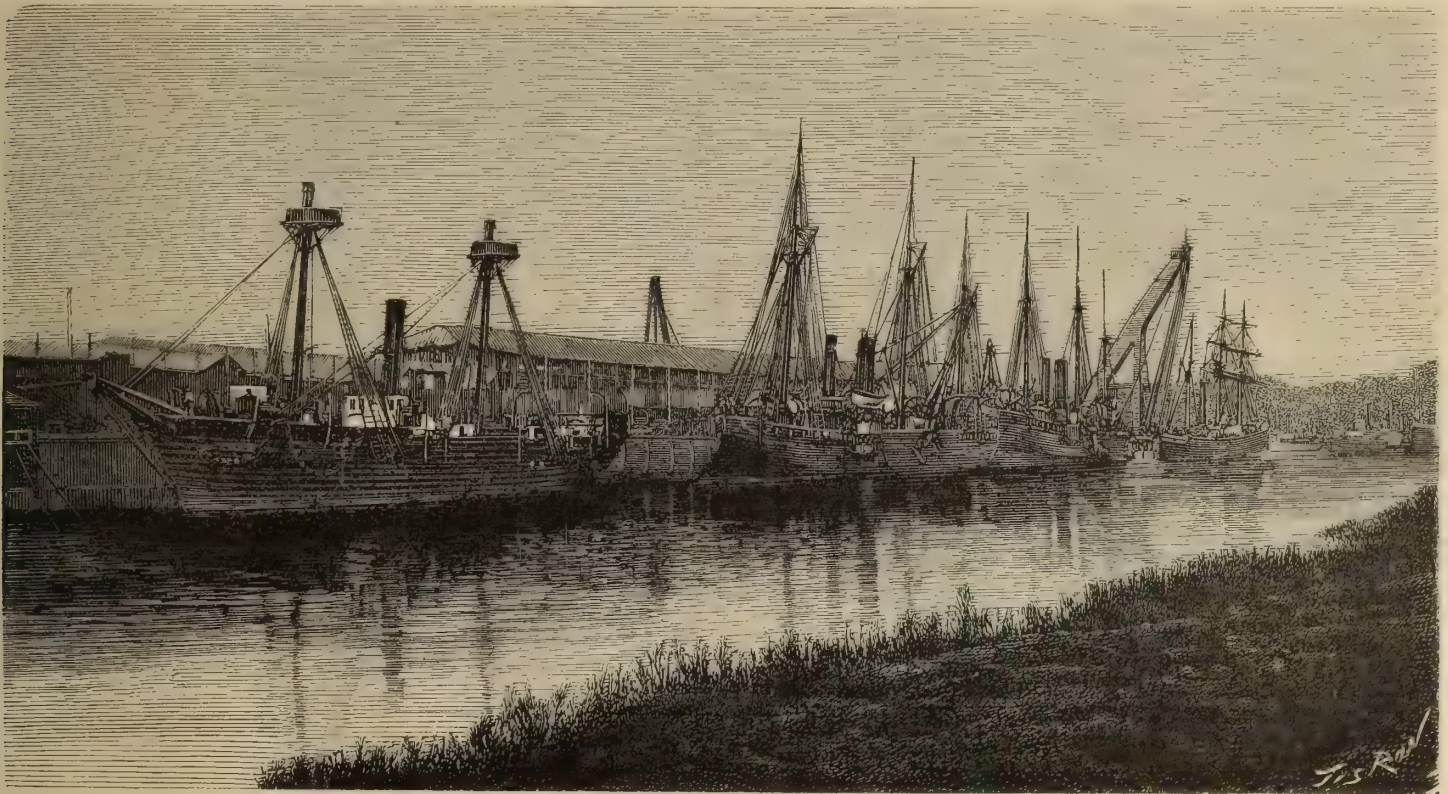


FIG. 4. — Arsenal de Rochefort. — Quais de la Charente.

amont et en aval, aurait pu se former et ne pas se combler par les apports de vase.

Les bords peu élevés du chenal que nous proposons de creuser formeraient donc avec le fond, jusqu'au Port des Barques, une cunette que le courant entretenirait et tendrait à approfondir. Encaissé entre les roches du Cénomanien, ce chenal n'aurait pas à craindre de poussées latérales.

Au delà, jusqu'à l'île d'Aix, on traverse sans doute les sables argi-

de de là jusqu'à l'île d'Aix, de 675 000 francs, soit en tout un million en nombre rond.

Dans ces nouvelles conditions, l'arsenal remplirait, en temps de guerre, le rôle, qu'il doit à son admirable position, d'aider au ravitaillement des navires de la flotte et de protéger les côtes de l'Océan.

J. AUROUS,

Ancien directeur des constructions navales, à Rochefort.

PONT-ROUTE DE SANTA-GUISTINA SUR LE RAVIN DE NOCE (Tyrol Méridional.)

(Planche XLII.)

Le pont-route de Santa-Guistina a été construit par le Gouvernement du Tyrol, entre les localités de Cler et Dermulo, pour livrer passage à la route de montagne qui joint ces points. Jeté sur le ravin de Noce, dont les bords sont presque à pic, le tablier se trouve à 138 mètres au-dessus du fond, avec une portée totale de 60 mètres (fig. 1). Comme on ne pouvait évidemment employer pour le montage un pont de service ordinaire, le Gouvernement appela les constructeurs à lui soumettre leurs projets et adopta celui de M. Hagen, Ingénieur en chef de la Compagnie autrichienne des Alpines, à Gratz. Nous en empruntons la description à la *Zeitschrift des Oester. Ingen. und Arch. Vereins*.

La charpente consiste en deux arcs métalliques articulés à leurs extrémités sur les culées, et formant chacun une poutre courbe continue sur laquelle repose la poutre de pont proprement dite, par l'intermédiaire de montants verticaux, reliés eux-mêmes par des diagonales. Les arcs sont constitués par des caissons en tôles et cornières, dans l'intérieur desquels viennent s'assembler les montants et les diagonales (fig. 3 et 6, pl. XLII). L'ensemble est divisé en 14 panneaux égaux de 4^m 24 chacun. Les trois premiers panneaux de chaque rive sont en outre reliés par une ligne de moises métalliques (fig. 1, pl. XLII).

Le contreventement est constitué par deux panneaux superposés, comme l'indique la figure 3 (pl. XLII). Ces panneaux se réduisent à un seul dans la partie centrale. Les entretoises affectent la forme trapézoïdale : elles se composent de treillis disposés symétriquement par rapport à l'axe de l'ouvrage, et dont les montants soutiennent les longerons du tablier. Celui-ci, formé de deux séries de pièces de bois superposées, l'une intérieure, de 100 millimètres, et l'autre supérieure, de 50 millimètres d'épaisseur, dépasse de chaque côté les poutres supérieures, et repose dans cette partie sur des consoles en tôles et cornières qui forment le prolongement des entretoises. Ces dernières sont contreventées horizontalement, comme à l'ordinaire.

Les efforts de dilatation et de contraction devant s'exercer dans le plan vertical de chacune des poutres, et celles-ci étant continues, il était nécessaire d'adopter un dispositif permettant le soulèvement ou l'abaissement de toute la charpente, sans toutefois permettre à ces mouvements de dépasser une certaine amplitude. A cet effet, les poutres supérieures sont reliées à des chaînes d'ancrage établies sur les culées (fig. 2 et 3). Les oscillations sont obtenues par le système suivant : chacune des poutres supérieures, sur chaque rive, est articulée à son extrémité avec une poutre de même hauteur et de 3^m 90 de long. L'autre bout de celle-ci porte également un boulon d'articulation A, attelé par des barres pleines sur un coussinet B. Ce coussinet forme écrou sur une vis D à double pas, qui s'engage également dans un second coussinet à écrou C, sur lequel viennent se fixer les barres du premier maillon de la chaîne d'amarrage. Une tige

S, formant clef, et pourvue d'un double encliquetage, permet d'éloigner ou de rapprocher les coussinets qui se meuvent à cet effet sur des glissières. La poutre de jonction repose sur la culée, par l'intermédiaire d'une plaque métallique K, qui en facilite le mouvement. On obtient ainsi un moyen facile de régler les distances respectives des coussinets B et C, et, par suite, le jeu longitudinal que peut prendre la poutre de jonction articulée sur la poutre supérieure du pont.

Comme nous l'avons dit, la portée entre les extrémités des arcs est de 60 mètres; la largeur du pont entre garde-corps est de 6 mètres; l'écartement des arcs est de 4^m 50 et la flèche de 10 mètres.

On a adopté les données suivantes : 1^o poids du plancher, 100 kilogr. par mètre carré; 2^o poids de la charpente métallique, 1100 kilogr. par mètre courant de pont; 3^o charge mobile (cas d'une foule), 465 kilogr. par mètre carré; on a admis, en outre, dans le calcul des longerons et des entretoises, l'hypothèse d'une charge concentrée de 2500 kilogr. par essieu, sur un chariot à quatre essieux de 1^m 30 de longueur et 3^m 30 d'écartement; 4^o différence

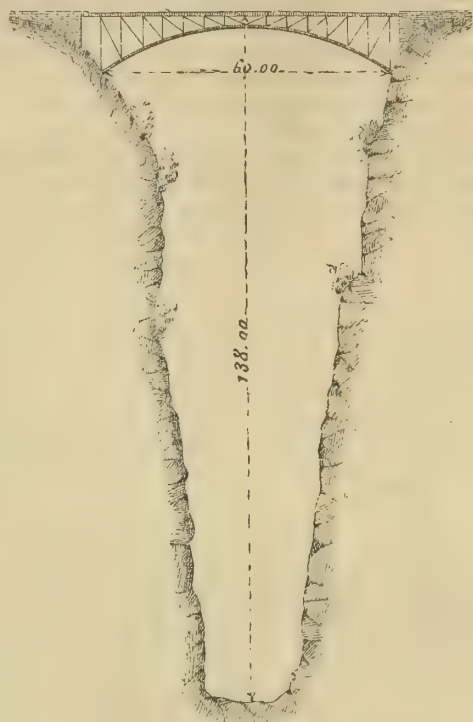


FIG. 1. — Pont-route de Santa-Guistina.

Le poids total de l'ouvrage, y compris les poutres de jonction, atteint 95 tonnes.

Le montage a été exécuté entièrement en porte-à-faux, sauf pour

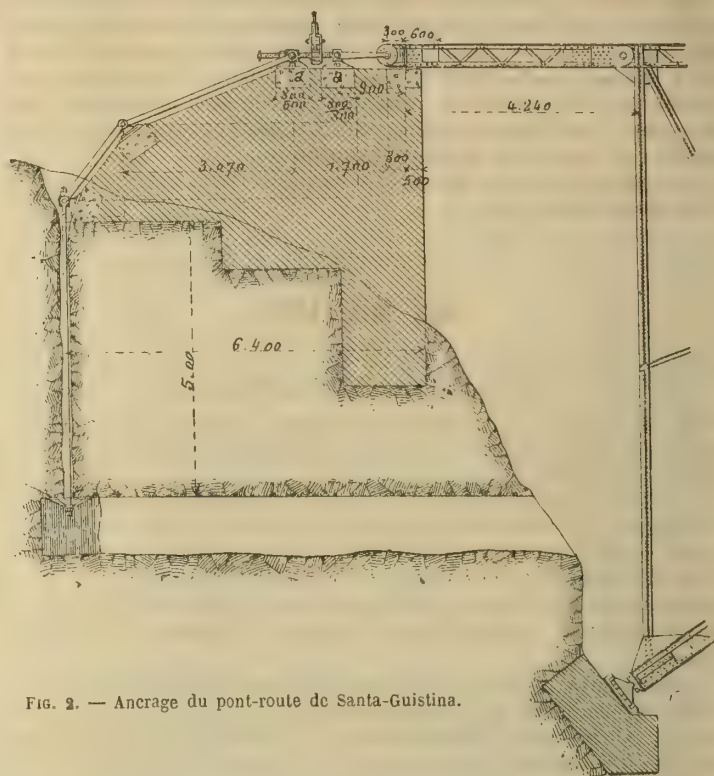


FIG. 2. — Ancrage du pont-route de Santa-Guistina.

la poutre de jonction et les panneaux de rives, qu'on a pu établir sur un pont de service. Après avoir achevé les culées et posé les ancrages, on mit en place les montants verticaux des extrémités en arcs, qu'on relia aux poutres de jonction, et celles-ci aux ancrages. À l'aide de vis de réglage, on arriva à maintenir les montants dans la position verticale, et on construisit sur les échafaudages les deux premiers pan-

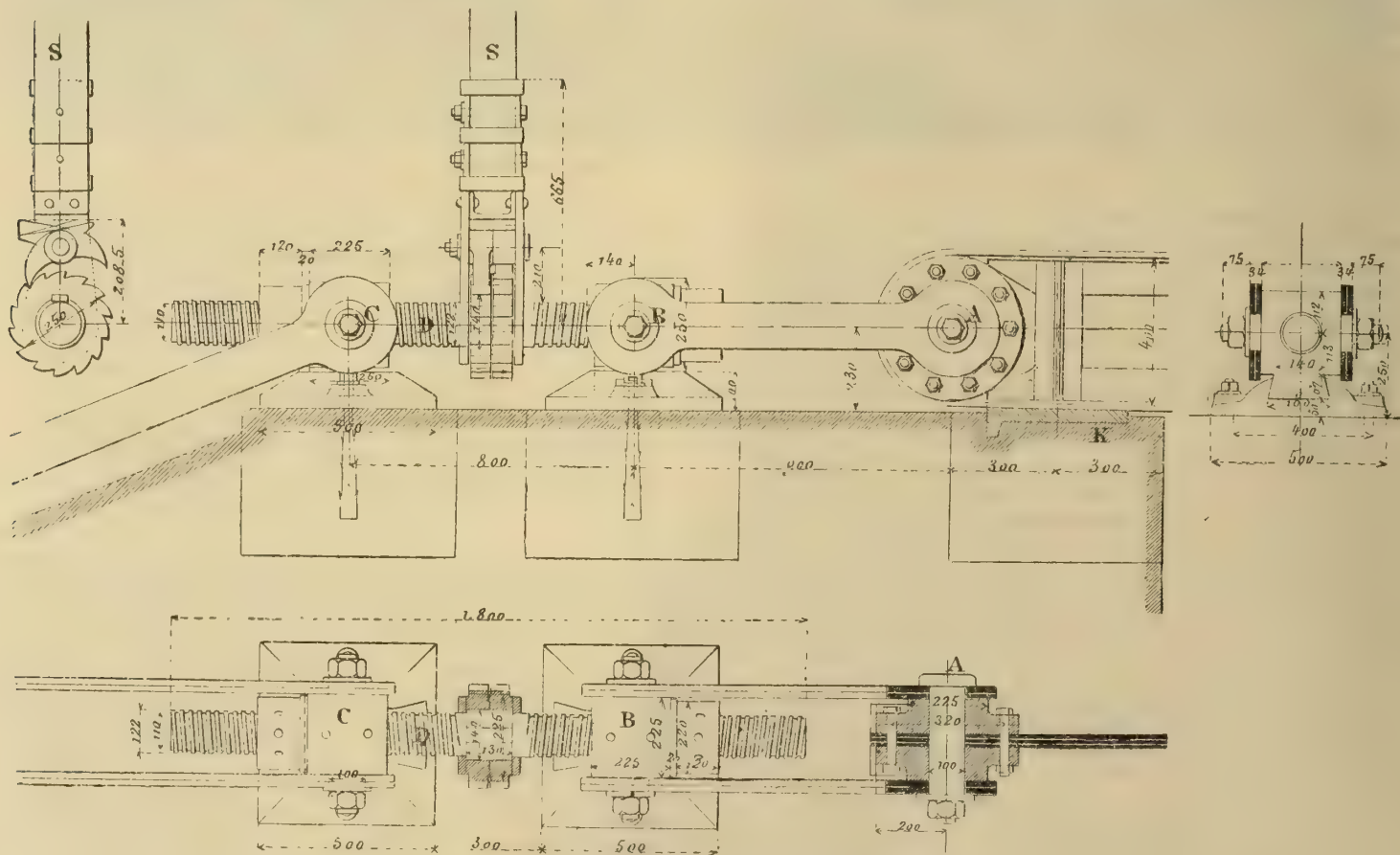


FIG. 3. — Vis de réglage de l'ancrage du pont-route de Santa-Guistina.

des températures extrêmes, 42^o centigrades; 5^o pression du vent, 150 kilogr. par mètre carré pour le pont chargé, et 225 kilogr. pour le pont sans charge. On a admis pour la surface en prise aux efforts du vent, 1 fois $\frac{1}{2}$ celle d'un des côtés de la charpente; 6^o effort maximum par millimètre carré, 5 kilogr. réduit à 2 kilogr., pour les pièces résistant à la compression.

neaux. On fit ensuite usage de grues roulantes pour la pose des panneaux successifs, et lorsqu'on arriva au centre, on les réunit par une forte tôle rivée, de manière à assurer une connexion rigide. Un système de câbles aériens établi entre les deux culées, permettait le transport de certains matériaux d'une rive à l'autre, et portait, à cet effet, un chariot suspendu par deux roues à gorge. La pose des rivets s'effec-

tuait à l'aide de plates-formes accrochées aux pièces déjà posées et assemblées temporairement par des boulons.

Les essais ont été effectués de la manière suivante : le pont fut chargé d'une couche de gravier également répartie, de manière à représenter une charge de 465 kilogr. par mètre carré. On la laissa séjourner une heure et on l'enleva ensuite graduellement. La flexion ne dépassant pas la limite d'élasticité, a atteint 2 millimètres pour chacun des arcs : la flexion permanente a été de 6 millimètres pour l'un, et de 7 millimètres pour l'autre. Les observations ont été faites, autant que possible, à la même température.

La construction du pont-route de Santa-Guistina a été achevée en deux mois et deux jours.

G. R.

ART MILITAIRE

OBUSIERS RAYÉS D'ARMSTRONG

Le tir en bombe, pratiqué de tout temps, mais qui était tombé en désuétude dans ces dernières années, à cause des progrès remarquables faits dans la précision du tir direct, semble maintenant revenir en faveur. La question mérite, en effet, l'attention des constructeurs d'artillerie; les effets des projectiles atteignant un navire suivant un grand angle avec l'horizontale, sont tellement destructeurs, que le jour où les obusiers obtiendront une précision comparable à celle des canons ordinaires, amènera une révolution complète de la guerre maritime moderne, et consacrera le triomphe de l'artillerie sur la cuirasse.

La maison Armstrong, qui, depuis une vingtaine d'années, a si puissamment contribué au perfectionnement de l'artillerie, n'a pas négligé la construction d'obusiers rayés, et l'étude d'un système d'affût permettant une manœuvre pratique de ces pièces, et augmentant la rectitude de leur tir.

Pour pouvoir employer les obusiers à lourds projectiles de rupture, il faut faire en sorte qu'ils puissent être chargés dans une position horizontale. Leur chargement dans une position oblique serait trop difficile et trop long. Il faut, de plus, se préoccuper d'absorber graduellement le recul, au lieu de maintenir rigide la pièce comme dans l'ancien mortier.

L'affût Armstrong satisfait à ces deux conditions; il a, de plus, le grand mérite de personifier le système dit « à éclipse », par lequel la sécurité de la pièce et de ses servants est considérablement accrue.

Cet affût (fig. 4) consiste en un petit chariot sur lequel reposent les tourillons, et qui se déplace sur un châssis incliné lequel, à son tour, est supporté par une plate-forme horizontale tournant sur une couronne de galets. Les angles de tir limites sont de 45° et 75°; les surfaces obliques, sur lesquelles glisse le chariot, font elles-mêmes avec l'horizontale l'angle moyen entre ces deux inclinaisons extrêmes, soit 60°.

L'appareil destiné à absorber le recul consiste en deux cylindres hydro-pneumatiques, un de chaque côté de la pièce, qui sont rigidelement reliés au châssis oblique, et dans lesquels plongent des pistons entraînés par le chariot mobile. L'axe des cylindres est parallèle aux glissières du châssis, c'est-à-dire à la position moyenne de l'axe de la pièce. Chaque cylindre comporte deux chambres, contenant la quantité convenable de glycérine et d'air, et mises en rapport par une valve de recul et une valve de communication qu'on manœuvre au moyen de leviers.

Quand le coup part, le liquide contenu dans la première chambre est refoulé au travers de la valve de recul, dans la chambre à air. L'énergie développée par le recul est partiellement absorbée par les frottements du liquide dans un orifice étroit; le reste de cette énergie est employé à comprimer l'air dans la chambre à air, et se retrouvera disponible ultérieurement pour remettre la pièce en batterie: il suffira de rétablir la communication, au moyen de la valve *ad hoc* entre les deux chambres, et la pression de l'air agissant par l'intermédiaire de la glycérine sous le piston, fournira le travail nécessaire pour élever la pièce à sa position de tir.

Pour charger l'obusier, qui se trouve alors au bas du plan incliné, on l'amène à une position horizontale en 15 secondes, au moyen d'un appareil à friction, que deux hommes manœuvrent par l'intermédiaire de manivelles. C'est cet appareil même qui permet de donner le pointage en hauteur.

Le pointage en direction se fait au moyen d'un pignon denté engrenant dans une crémaillère circulaire, et auquel une roue d'angle transmet le mouvement donné à une manivelle horizontale.

Quand l'obusier est en batterie et qu'on veut l'abaisser à la position de chargement, on épuise la glycérine du cylindre de recul au moyen d'une pompe spéciale.

La supériorité de l'obusier avec affût d'Elswick, au point de vue de la rectitude du tir, sur l'ancien mortier, est évidente. Le recul à un angle moyen d'inclinaison avec libre mouvement de l'appareil de pointage, permet au coup de partir sans que la direction du pro-

jectile soit modifiée par le recul, qui commence avant que ce dernier ait atteint la bouche de la pièce.

Or, déjà des expériences faites près de Bucharest, en 1888, avec un obusier rayé Krupp de 21 centimètres ancien modèle, avaient donné d'assez remarquables résultats. Le diagramme montrait qu'à une distance d'environ 2 500 mètres, si le but visé avait été un bâtiment immobile de 100 mètres de long sur 20 de large, se présentant par l'avant, 62 projectiles sur 100 auraient atteint le pont de ce bâtiment. Présenté par le travers, dans la position la moins favorable, 22 sur 100 l'auraient encore atteint.

Et l'on affirme qu'à la suite d'expériences faites récemment avec un obusier Armstrong de 27 centimètres, le tir en bombe va entrer dans une phase nouvelle.

Sans doute, il faut faire la part de l'exagération dont les Anglais

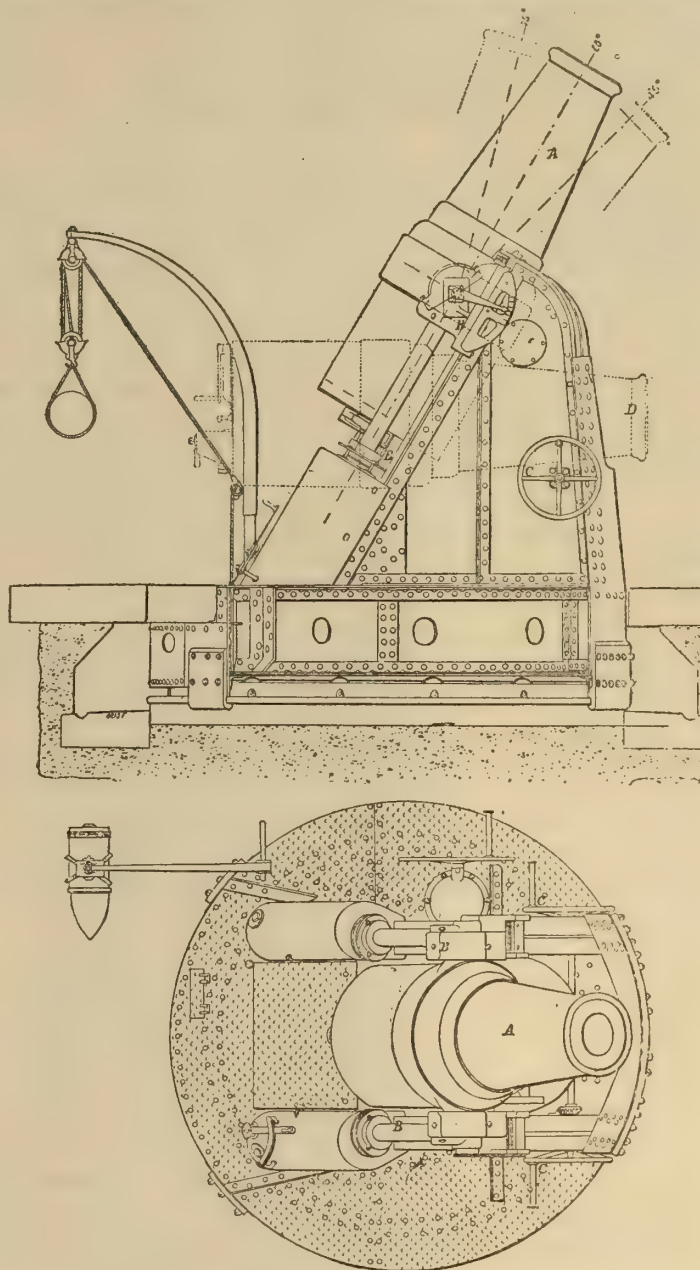


Fig. 4. — Élévation et plan de l'obusier rayé Armstrong.

ne se font pas faute quand ils parlent de leur matériel de guerre. Néanmoins, l'on doit admettre que, au point de vue de la défense des côtes, les obusiers joueront un rôle important. Trois ou quatre canons de ce système seraient très dangereux pour un navire assaillant, car un seul obus l'atteignant et traversant son pont lui causerait de graves et peut-être de fatales avaries. Contre le tir direct, un bâtiment cuirassé peut compter sérieusement sur sa cuirasse de ceinture; mais il n'est pas possible de munir un navire d'une protection correspondante contre le tir en bombe. Il est vrai que même les obusiers perfectionnés système Armstrong n'ont pas encore la précision des canons à tir direct; mais les obusiers et leurs affûts sont relativement bon marché: on peut donc accroître leur nombre, et par suite les chances d'obtenir un coup heureux.

En tout cas, par les obusiers, on empêchera les bâtiments ennemis de choisir un point favorable pour leur tir et de s'y embosser. C'est déjà un avantage sérieux, car cela diminuera de beaucoup la facilité de l'attaque.

De plus, les obusiers Armstrong ont la qualité majeure, inhérente

à tous les canons montés sur affût à éclipse, de pouvoir être facilement dérobés à la vue d'un assaillant.

Il est difficile de dissimuler à des yeux exercés le caractère militaire d'une batterie ordinaire, et, en tout cas, une fois la ruse éventée, le point saillant formé par la batterie reste et sert de marque pour le tir de l'ennemi. Au contraire, le canon à éclipse n'est visible que pendant l'instant très court du tir. L'intervalle entre les coups des canons de gros calibres est long, et l'invisibilité n'en est que plus précieuse. Des expériences faites à Portland ont donné des résultats très satisfaisants en ce qui concerne les affûts à éclipse.

D'autres expériences entreprises tant à Elswick qu'en Italie, avec les obusiers, ont été suivies d'importantes commandes, faites par le gouvernement italien à la maison Armstrong, de canons de ce système pour la défense de ses côtes. C'est là, sinon une preuve, du moins une forte présomption en faveur de la supériorité des obusiers comme pièces destinées à la protection d'un littoral.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LA QUESTION DES TRAITÉS DE COMMERCE

Régime économique de la France de 1789 à 1890. — Au moment où la question des traités de commerce va soulever de si intéressantes discussions, tant au Parlement que dans le public, il nous a semblé utile de présenter à nos lecteurs un résumé succinct des divers régimes économiques qui se sont succédé chez nous depuis un siècle, et d'indiquer quelle a été, pendant la même période, l'importance de notre commerce international (importations et exportations).

Nous empruntons ces renseignements à la communication qu'a présentée M. Émile Bert à la séance de la Société des Ingénieurs civils du 21 février dernier.

L'unité du tarif général des douanes de la France ne date que de la loi du 5 novembre 1790, qui a aboli tous les droits de traite à l'intérieur; puis des lois des 15 mars et 22 août 1791, qui fixèrent les taxes à percevoir tant à l'entrée qu'à la sortie des marchandises.

Antérieurement, les droits de douane n'étaient pas uniformément appliqués dans toute l'étendue du pays: les uns étaient perçus aux frontières du royaume, les autres dans l'intérieur et sur les limites de certaines provinces.

Si l'on considère dans son ensemble la législation douanière établie par l'Assemblée constituante, on remarque que les marchandises importées de l'étranger n'étaient soumises qu'à des taxes modérées. Mais, si le régime à l'entrée des marchandises étrangères était libéral, le régime à la sortie des produits français était des plus restrictifs.

Le but poursuivi par le législateur de cette époque était de réserver exclusivement aux fabriques françaises les produits bruts ou demi-fabriqués nécessaires à l'alimentation de nos industries. Dans l'intérêt des établissements métallurgiques, notamment, tous les minerais ainsi que les combustibles (houille, charbon de bois, etc.), étaient frappés de prohibition à leur sortie de France. De même pour les industries textiles: l'exportation de la laine, du lin, du chanvre, du phormium tenax, de l'abacca, de la soie et de la bourre de soie était absolument interdite.

L'exportation des céréales était également prohibée.

Le régime créé par la loi du 15 mars 1791 fut de courte durée. Une loi du 10 brumaire an V (31 octobre 1796), dirigée contre l'Angleterre, a frappé de prohibition absolue tous les produits réputés d'origine ou de fabrication anglaise; et comme il est très difficile, surtout lorsqu'il s'agit de produits fabriqués, de distinguer ou de constater leur véritable origine, la prohibition s'étendit à toutes les provenances. Puis on en vint, toujours pour atteindre le commerce anglais, à la mesure douanière connue sous le nom de *Blocus continental*.

Après le rétablissement de la paix qui suivit les guerres de la République et du Premier Empire, la prohibition générale édictée par la loi du 18 brumaire an V, fut érigée en principe économique. La loi du 28 avril 1816 (art. 6) donna même aux agents de la douane tout pouvoir pour rechercher à l'intérieur les marchandises d'origine suspecte, qui étaient confisquées lorsque l'origine étrangère en était établie; une amende égale à la valeur de la marchandise frappait le détenteur.

Les préoccupations du législateur de 1816 étaient d'abord de pourvoir aux nécessités financières en augmentant les ressources du Trésor par les recettes que pouvaient procurer les taxes à percevoir sur les marchandises étrangères importées en France, et ensuite, de donner satisfaction aux nouveaux intérêts de l'industrie et du commerce. Sauf le maintien des prohibitions établies par la loi du 18 brumaire an V, le régime de 1816 était, dans son ensemble, très libéral, surtout si l'on considère qu'à cette époque les idées protectionnistes prédominaient dans presque tous les États de l'Europe.

Les droits établis en 1816 à l'entrée des produits en France furent augmentés pour un certain nombre d'entre eux par plusieurs lois postérieures. Pour favoriser l'agriculture, les céréales, admises à un droit unique de 0 fr. 50 les 100 kilogr. par la loi du 28 avril 1816, furent soumises au régime dit « de l'échelle mobile » (loi du 20 juillet 1819), c'est-à-dire à une taxe plus ou moins élevée, suivant que la valeur des céréales récoltées en France s'abaissait ou s'élevait elle-même. Dès que la rareté des céréales s'accusait, on suspendait l'application des taxes et l'on ouvrait toutes les portes aux céréales étrangères.

Après la chute de la Restauration, notre système économique fut remanié par deux lois importantes: l'une du 9, l'autre du 27 février 1832. La première ouvrait nos frontières de terre et de mer au transit des marchandises prohibées; l'autre ouvrait nos entrepôts réels des douanes à l'emmagasinage des mêmes marchandises.

Ces deux lois n'étaient que le prélude des modifications considérables qui furent introduites dans notre législation douanière par les lois des 2 et 5 juillet 1836.

Le gouvernement de cette époque fit procéder à une enquête sur les modifications à apporter à notre système douanier. La plupart des Chambres de commerce se déclarèrent contre tout changement; quelques-unes seulement se prononcèrent en faveur d'une réforme complète de notre système douanier en demandant un abaissement successif de nos taxes.

La loi du 2 juillet 1836 a fait disparaître non seulement la généralité des prohibitions qui atteignaient certains de nos produits à leur exportation, mais encore elle a modéré dans une large mesure les taxes de sortie.

Quant à la loi du 5 juillet 1836, elle a apporté quelques modifications de droits à l'égard d'un certain nombre de produits et de matières nécessaires à nos industries. La plus importante de ses dispositions est celle qui concerne les admissions temporaires de produits étrangers destinés à être fabriqués ou à recevoir en France des façons complémentaires, car elle forme encore la base de notre législation actuelle sur ce point.

L'*admission temporaire* consiste à permettre l'entrée en France, sans payer de droits, de certaines marchandises (ordinairement des produits bruts), moyennant l'engagement pris sous caution (*acquit-à-caution*) de les réexporter dans un délai déterminé, après avoir reçu un complément de main-d'œuvre.

Les admissions temporaires peuvent rompre, dans de notables proportions, l'équilibre normal établi entre les industries par le tarif général. Il en peut résulter que la protection, jugée nécessaire à telle industrie, lui soit indirectement enlevée, tandis que telle autre se trouvera doublement protégée. Par exemple, l'admission en franchise des fers anglais procure à meilleur compte aux constructeurs de machines français, la matière première qu'ils seraient obligés de demander autrement à nos établissements métallurgiques. D'autre part, ceux-ci se voient enlever une partie de la protection que leur assurerait le tarif, car les fers destinés à la réexportation font concurrence à nos établissements métallurgiques pour toutes les demandes de l'étranger, et déterminent un abaissement de prix. Mais si la métallurgie est sacrifiée, les constructeurs de machines sont doublement favorisés: d'abord, par la franchise des importations, et, ensuite, par les droits à l'importation sur les machines de fabrication étrangère.

La perturbation est surtout très grande si l'on se contente de la réexportation à l'*équivalent*, au lieu d'exiger la réexportation à l'*identique*.

Dans la pensée du législateur de 1836, les introductions devaient être restreintes et subordonnées au régime de l'identité, c'est-à-dire que les produits n'étaient admis en franchise qu'à la condition d'être réexpédiés eux-mêmes après complément de main-d'œuvre en France. Mais, à mesure que l'industrie s'est développée, on a franchi les limites de l'interprétation rigoureuse de la loi de 1836 (art. 5), et l'on en est arrivé au système de la réexportation par équivalent, c'est-à-dire que les produits étrangers peuvent rester définitivement dans la consommation intérieure et être remplacés, à l'exportation, par une égale quantité de produits similaires de provenance française à un degré de fabrication plus avancé; ce système fut consacré par le décret du 15 février 1862. Il en est résulté que les importateurs ont pu introduire en France des produits venus de l'étranger, sans être obligés de les transporter à l'usine et de les travailler, à la seule condition de réexporter une quantité équivalente de matières, qui peuvent être essentiellement différentes de celles qui ont été introduites.

Puis on en est arrivé au trafic des acquits-à-caution.

Il est peu de dispositions douanières qui aient donné lieu à autant de réclamations que celle que nous venons d'indiquer.

À l'égard des blés, il fut un temps où l'on importait à Marseille des blés et où l'on exportait par le nord des farines. Le trafic des acquits-à-caution nuisait à la fois au Trésor et à notre agriculture; on y remédia en obligeant les importateurs de blés à ne faire sortir leurs farines que dans le rayon même de la direction des douanes où s'était effectuée l'importation du blé (décret du 18 octobre 1873).

Des réclamations fort nombreuses aussi ont été présentées contre le système de l'équivalent par l'industrie métallurgique et, particulièrement, par les établissements placés dans un rayon accessible aux importations étrangères. Pour leur donner satisfaction, un décret du 9 janvier 1870 a subordonné l'admission des fers et aciers placés sous le régime de l'admission temporaire, à la condition d'être conduits dans l'usine même qui en avait demandé l'importation. La même disposition a été appliquée aux fontes d'affinage par le décret du 24 janvier 1888.

Les admissions temporaires des tissus de coton destinés à être teints ou imprimés pour l'exportation, autorisées par décret du 13 février 1861, furent supprimées par un décret du 9 juin 1872, sur la plainte des tisseurs et des filateurs de Normandie et des Vosges.

Une loi du 6 mai 1841 a diminué les tarifs concernant les houilles et quelques autres produits. La même loi a levé les prohibitions sur les fils de laine longue peignée retors à deux bouts.

Après 1841, un revirement vers la protection s'est manifesté.

L'industrie du lin et du chanvre, effrayée par le développement des importations des fils et toiles de lin et de chanvre d'origine anglaise, réclamait énergiquement un supplément de protection. Le gouverne-

ment du roi Louis-Philippe, reconnaissant qu'il y avait une sorte d'invasion des produits en question, donna satisfaction aux industriels français. Une ordonnance du 26 juin 1842 doubla les droits afférents aux fils de lin et de chanvre d'origine étrangère, et reporta sur les tissus l'augmentation ainsi accordée aux fils.

Le gouvernement de juillet donnait ainsi satisfaction à une industrie qui se trouvait en pleine voie de transformation. En effet, l'invention de Philippe de Girard permettait de filer mécaniquement le lin et le chanvre, de même que la laine et le coton. Mais, comme cela n'est arrivé que trop souvent à l'égard des inventions qui ont pris naissance en France, les procédés inventés pour la filature du lin et du chanvre avaient d'abord été mis en pratique par l'Angleterre, qui jouissait ainsi d'une supériorité industrielle incontestable. Aussi, pour la conserver, le gouvernement anglais avait prohibé la sortie de toute machine destinée à la filature du lin et du chanvre, et ce n'est qu'à grand-peine et avec des sacrifices pécuniaires considérables que l'industrie du lin et du chanvre, en France, avait pu se procurer les instruments de son travail : de là l'infériorité relative des produits français.

La faveur accordée par le gouvernement à l'industrie linière réveilla les prétentions de nos diverses industries agricoles et manufacturières, qui réclamèrent une protection plus énergique.

Les lois des 9 et 11 juin 1845, qui sont, en matière de douane, les dernières du règne de Louis-Philippe, leur donnèrent satisfaction dans une certaine mesure.

Le régime de la protection était l'objet d'une faveur marquée dans les dernières années de la monarchie de Juillet; on redoutait pour l'industrie et l'agriculture les théories soutenues par les partisans du libre-échange, qui étaient encore peu nombreux.

Lorsque éclata la Révolution de février 1848, divers projets de loi concernant les douanes étaient soumis au Parlement, mais ils n'eurent point de suite, et il nous faut aller jusqu'à 1853 pour trouver une nouvelle modification à notre régime douanier.

Après l'Exposition de Londres, en 1851, où la France avait figuré avec honneur et remporté de nombreuses récompenses, les principes du libre-échange, ou tout au moins d'une protection modérée, étaient accueillis avec une certaine faveur. Par des décrets rendus en 1853, 1854 et 1855, convertis plus tard en lois (lois des 28 janvier 1856 et 18 avril 1857), le gouvernement diminua notablement les taxes à l'entrée en France sur plusieurs matières premières : les droits sur les fers furent réduits à 12 francs (décret du 22 novembre 1853); pour le coton, on alla jusqu'à l'exemption.

Ces mesures n'étaient que le prélude des réformes économiques que le gouvernement allait entreprendre. Le Corps législatif fut saisi, le 9 juin 1856, d'un projet de loi portant retrait des prohibitions inscrites dans le tarif des douanes, et leur remplacement par des droits représentant 30 à 35 % de la valeur des produits. Ce projet de loi provoqua une vive émotion parmi la plupart de nos industries, et le parti de la protection fut suffisamment puissant pour faire échouer les mesures proposées.

Mais, quelques années plus tard, le pouvoir législatif fut brusquement placé en face d'un fait accompli : le traité de libre-échange avec l'Angleterre.

Par une lettre impériale du 5 janvier 1860, le gouvernement exprima d'abord sa volonté de supprimer les prohibitions, les droits sur la laine et les cotons, de réduire les droits sur les sucres et de conclure des traités de commerce avec les nations étrangères. Puis, peu de temps après, il fit connaître le traité signé avec l'Angleterre le 23 janvier, à la suite de négociations tenues dans le plus grand secret.

Le traité de 1860 n'était qu'un traité de principe : les prohibitions à l'importation des marchandises anglaises étaient remplacées par une taxe ne pouvant dépasser 30 % *ad valorem*, mais la taxation établie par les conventions définitives fut bien inférieure à ce maximum de 30 %.

Vint ensuite la loi du 7 mai 1860, qui abolit tous les droits sur les marchandises premières, et celle du 23 mai 1860, qui abaissait dans une mesure considérable les taxes sur un grand nombre de produits.

Quelques mois plus tard, une loi (1^{er} août 1860) dont on s'était exagéré la portée et l'utilité, mais qui avait été inspirée par le désir de venir en aide à la petite industrie, mit à la disposition du gouvernement une somme de 40 millions destinée à faire des prêts aux industriels dont les capitaux étaient insuffisants pour le renouvellement de leur outillage.

Le traité de 1860 fut suivi, de 1861 à 1866, d'une série d'autres conventions inspirées par le même esprit de liberté commerciale : Belgique 1861, Zollverein 1862, Italie 1862, Suisse 1864, Suède et Norvège, Pays-Bas, Espagne 1865, Portugal, Autriche 1866.

Une révolution si soudaine, des changements si considérables introduits brusquement, sans préparation, sans transition, dans l'ensemble de notre régime économique, ne pouvaient être réalisés sans de cruelles souffrances, de douloureuses catastrophes et d'amères récriminations; ni les unes ni les autres ne manquèrent à la réforme de 1860.

En envisageant le résultat au point de vue général, peut-on dire que les mesures prises en 1860 ont exercé sur la prospérité du pays une influence heureuse? Le développement de notre industrie et de notre commerce n'est-il pas dû plutôt aux progrès qui ont révolutionné l'industrie de cette époque? Les machines, actuellement si perfectionnées, commençaient à peine à se produire; l'insuffisance des voies et des moyens de communication, aujourd'hui si rapides et si faciles, opposait de véritables obstacles à l'activité humaine.

Les doléances de l'industrie furent souvent portées devant le Corps législatif sans grand succès. En 1869, alors que le traité avec l'An-

gleterre approchait à son terme, le gouvernement se décida à procéder à une enquête qui paraissait devoir donner satisfaction sur un grand nombre de points aux réclamations qui s'étaient produites; mais elle fut interrompue par les funestes événements de 1870.

Après la paix, il y eut un grand mouvement de reprise dans les opérations industrielles et commerciales; il fallait reconstituer les stocks épuisés pendant la guerre. Le gouvernement pensa qu'il lui serait possible de demander à notre tarif des douanes une partie des ressources dont nous avions besoin, et il proposa un projet de loi, connu sous le nom d'impôt sur les matières premières, qui devait procurer environ 200 millions de francs. Après de longues discussions, consacrées à l'étude de ce projet, l'Assemblée nationale accepta cet impôt, mais il ne put être appliqué, parce que l'Angleterre se refusa, comme d'autres puissances, à laisser relever les tarifs conventionnels dans la proportion des droits votés sur les matières premières. Il fallut renoncer à cet impôt.

Par une loi du 2 février 1872, émanant de l'initiative parlementaire, l'Assemblée nationale, voulant permettre à la France de reprendre sa liberté d'action, demanda au gouvernement de dénoncer les traités de commerce en vigueur; mais, pour éviter l'application du tarif général de cette époque, la même loi portait que le tarif conventionnel resterait applicable jusqu'au vote d'un nouveau tarif des douanes.

Les Chambres de commerce furent consultées. Un nouveau tarif, élaboré par le Conseil supérieur de l'agriculture, du commerce et de l'industrie, fut présenté par le gouvernement à la Chambre des Députés le 9 février 1877; mais les événements politiques en empêchèrent la discussion. Il fut repris l'année suivante et déposé à la Chambre le 21 janvier 1878.

Ce projet comportait de nombreuses réductions de tarifs, puisque, sauf quelques modifications, il prenait pour limite supérieure des tarifications, à l'avenir, les taxes qui avaient été considérées en 1860 comme la limite des réductions possibles, et cela malgré le surcroît de charges qui avaient été imposées à l'industrie à la suite de nos malheurs. En outre, on modifia le mode de perception.

Dans la législation douanière antérieure à 1860, les droits inscrits au tarif général des douanes étaient spécifiques, et fixés d'une manière arbitraire qui ne tenait pas compte de la valeur du produit sur lequel ils étaient perçus.

La convention conclue avec l'Angleterre prévoyait aussi l'établissement de droits spécifiques, mais avec cette restriction que les nouveaux droits ne devaient pas dépasser une proportion déterminée de la valeur des objets qu'ils étaient appelés à protéger.

Or, il arriva que quand il fallut traduire en chiffres cette règle de proportionnalité et l'appliquer aux produits, les négociateurs ne purent s'entendre. On édicta alors une série de taxes *ad valorem*, considérées à cette époque comme provisoires, car elles devaient être converties en droits spécifiques dans un délai de deux ans. Mais, durant ce délai, on ne réussit pas mieux à se mettre d'accord; les taxes *ad valorem* furent maintenues et devinrent applicables à tous les pays qui se lièrent successivement avec nous par des traités de commerce.

Les taxes *ad valorem* sont en principe fort séduisantes; elles suivent toutes les fluctuations de prix de la marchandise, et atteignent par conséquent le produit suivant sa valeur. Mais là, comme en bien des circonstances, la pratique ne répond pas entièrement à la théorie. C'est précisément parce que les valeurs sont instables que les droits *ad valorem* font surgir dans l'application de nombreuses difficultés. La fraude en profite et les déclarations de la valeur de tel ou tel objet présenté à l'importation sont abaissées dans une proportion plus ou moins considérable au détriment du commerce honnête, qui est sincère dans ses déclarations, et de l'industrie, qui ne trouve plus dans les traités de commerce la protection que l'on a voulu lui attribuer. — De plus, les perceptions à la valeur provoquent des contestations, des manutentions en douane qui emploient beaucoup de temps et conduisent à des expertises souvent très laborieuses, alors que les perceptions spécifiques n'exigent qu'un simple compte ou qu'une simple pesée.

Ces diverses considérations ont déterminé le gouvernement à proposer, en 1878, de remplacer les droits *ad valorem* par des droits spécifiques qui ne sont cependant pas exempts d'inconvénients. Ces droits ne pouvant reposer que sur des moyennes ont, en effet, un inconvénient sérieux, celui de grever la marchandise commune et celui de dégrever la marchandise fine, celle de la plus grande valeur. Mais, en retour, ils ont l'avantage de donner à l'industrie toute la protection promise; de plus, quand ils sont convenablement établis, ils facilitent les opérations du commerce, qui sait à l'avance ce qu'il devra payer et peut combiner sûrement ses opérations.

Ces considérations ont conduit les principaux Etats, notamment l'Allemagne, l'Autriche et même l'Angleterre, à baser leurs législations douanières sur les droits spécifiques.

Sous l'influence de la terrible crise économique dont les premières atteintes se firent sentir en 1876, qui devint plus intense encore en 1877 et depuis n'a fait que prendre des proportions plus inquiétantes, les principes du libre-échange commençaient déjà à ne plus être autant en faveur; néanmoins on était d'avis d'abandonner le tarif en vigueur vis-à-vis des nations non liées avec nous par des traités de commerce, et d'établir des droits modérés pour remplacer des droits prohibitifs ou élevés qui formaient à cette époque notre tarif général.

Après de longues et intéressantes discussions au Sénat et à la Chambre des Députés, le nouveau tarif général des douanes fut promulgué le 7 mai 1881. C'est la première fois que ce tarif a été l'objet d'une révision complète et d'ensemble depuis l'article premier jusqu'au dernier; les modifications antérieures n'avaient été que partielles.

Les droits sont relativement peu élevés ; on a voulu établir un tarif qui ne serait ni un tarif maximum, ni un tarif minimum, mais simplement suffisant pour préserver nos industries contre une inondation des produits étrangers, en laissant au gouvernement une liberté absolue pour arriver à la conclusion de nouveaux traités de commerce.

Les négociations engagées aboutirent avec tous les pays antérieurement liés avec la France, sauf avec l'Angleterre et l'Autriche-Hongrie. C'est ainsi que de nouvelles conventions furent signées avec la Belgique, l'Italie, le Portugal, la Suède et la Norvège, l'Espagne et la Suisse.

Ces traités de commerce, consacrant de nombreuses réductions susceptibles de jeter un certain trouble dans plusieurs industries, soulevèrent de vives réclamations dans le monde industriel et commercial, et un grand nombre de membres du Parlement ne consentirent à les voter que pour sortir de l'état d'incertitude qui paralysait notre production.

Les négociations engagées à cette époque avec les Pays-Bas aboutirent aussi à une nouvelle convention, signée le 26 novembre 1881, et à laquelle la seconde Chambre des États généraux néerlandais refusa son approbation. Une seconde convention du 24 mars 1882 eut le même sort ; c'est seulement le 18 avril 1884 que fut signé le traité de commerce qui nous lie aujourd'hui avec ce pays.

Avec l'Angleterre, l'entente ne put se faire sur la fixation des tarifs ; les négociateurs anglais réclamaient le maintien des droits *ad valorem* que les négociateurs français voulaient remplacer par des droits spécifiques. Après la rupture définitive des négociations, le Gouvernement français pensa qu'en présence du régime douanier de l'Angleterre, qui est très libéral, il y avait intérêt pour nous à ne pas restreindre nos échanges avec ce pays par l'application immédiate du tarif général aux marchandises anglaises, tout en restant maîtres de nos tarifs pour le cas où le Gouvernement britannique aggraverait le régime douanier auquel sont soumis les produits français à leur entrée en Angleterre. Dans ce but, il présenta au Parlement un projet de loi accordant à l'Angleterre le traitement de la nation la plus favorisée, sans réciprocité (loi du 27 février 1882). Le lendemain de la promulgation de cette loi, une convention fut signée entre la France et l'Angleterre, aux termes de laquelle chacun des pays accorde à l'autre le traitement de la nation la plus favorisée en ce qui concerne l'exercice du commerce et de l'industrie (les droits de douane étant réservés) et la jouissance des droits et exercices légaux.

Les mesures prohibitives que nous appliquons au bétail austro-hongrois pour préserver le bétail français des invasions de la peste bovine, rendirent également très laborieuse la conclusion d'un traité avec ce pays. Après des négociations souvent rompues et reprises, une convention ne portant également aucun tarif réduit, mais assurant simplement aux contractants le traitement de la nation la plus favorisée, fut signée le 18 février 1884.

Nos relations avec la Russie sont réglées par le traité du 1^{er} avril 1874, et avec l'Allemagne par l'article 11 du traité de Francfort.

Le traité conclu avec l'Italie ayant été dénoncé par celle-ci le 1^{er} janvier 1887, a cessé de produire ses effets à partir du 1^{er} janvier 1888.

Les traités qui nous lient aujourd'hui avec les principaux États sont donc :

PAYS	DATE DES TRAITÉS	DATE des RATIFICATIONS	DATE DES ÉCHÉANCES	OBSERVATIONS
Belgique	31 octobre 1881	12 mai 1882	1 ^{er} février 1892	Seuls pays avec lesquels la France a pris l'engagement de recevoir un certain nombre de marchandises à des droits réduits indiqués dans les tarifs annexés aux traités.
Portugal	19 décembre 1881 6 mai 1882	13 mai 1882	1 ^{er} février 1892	
Suède et Norvège.	30 décembre 1881	12 mai 1882	1 ^{er} février 1892	
Espagne	6 février 1882	12 mai 1882	1 ^{er} février 1892	
Suisse	23 février 1882	12 mai 1882	1 ^{er} février 1892	
Pays-Bas	29 avril 1884	8 août 1885	1 ^{er} février 1892	Durée illimitée
Allemagne . . .	10 mai 1871 art. 11 du traité de Francfort.	"	"	
Angleterre . . .	Loi du 27 fév. 1882	"	"	
Autriche-Hongrie	18 février 1884	1 ^{er} mars 1884	"	
Russie	4 ^{er} avril 1874	4 juillet 1874	"	Traitement de la nation la plus favorisée.

Une clause générale insérée dans chaque traité stipule que les pays contractants se concèdent mutuellement le bénéfice de toutes les réductions de tarifs, de tous les avantages qu'ils pourraient accorder à des tiers, en sorte que notre tarif conventionnel, applicable à tous les pays avec lesquels nous avons des conventions, se trouve formé par l'ensemble des taxes réduites portées dans chacun des traités pris isolément et des articles du tarif général des douanes n'ayant pas subi de modifications.

Cette clause a été l'objet de nombreuses critiques ; elle est, en effet, la cause de modifications constantes, et rend illusoire la stabilité que les traités ont pour but de donner au commerce. Il n'y a eu, en effet, aucune stabilité, par suite de cette raison que l'on n'a pas un traité unique pour toutes les nations, mais bien autant de traités qu'il y a de nations, et chaque négociation emporte avec elle des concessions nouvelles qui, en vertu de ladite clause, modifient les arran-

gements antérieurs. Ainsi, pour ne citer qu'un exemple, le droit sur les vins, qui est de 4 fr. 50 par hectolitre d'après le tarif général de 1881, a été abaissé à 3 francs par le traité avec l'Italie et à 2 francs par notre traité avec l'Espagne. La série des négociations commerciales se poursuivant continuellement, on n'est jamais assuré de la fixation d'un régime stable.

Outre ces traités, nous en avons un grand nombre d'autres conclus avec les nations moins importantes à des époques diverses et qui expirent à des dates plus ou moins éloignées (1).

Aucun de ces traités ne contient de réduction de droits d'entrée en France pour des produits spécialement désignés ; ils ne comportent que la clause de la nation la plus favorisée.

La question de la dénonciation des traités de commerce se pose donc particulièrement à l'égard de ceux qui nous régissent avec la Belgique, le Portugal, la Suède-Norvège, l'Espagne, la Suisse et les Pays-Bas, et qui, combinés avec le tarif des douanes, forment dans leur ensemble notre tarif conventionnel.

Tant que de nouveaux traités, contenant des réductions de droits sur notre tarif général des douanes, ne seront pas établis, les traités ne portant que la clause de la nation la plus favorisée cesseront de donner droit à des réductions de tarifs. Et notamment l'article 11 du traité de Francfort, régissant nos relations avec l'Allemagne, qui a donné lieu à tant de récriminations, ne nous nuira plus en rien si des concessions douanières ne sont pas faites à d'autres puissances, puisque aucune nation n'étant plus favorisée d'une façon spéciale par aucun traité, l'Allemagne sera elle-même soumise à notre tarif général.

Les six traités en question cesseront de produire leurs effets le 1^{er} février 1892, s'ils sont dénoncés douze mois avant cette date. Devons-nous le faire ? Telle est la question qui se pose actuellement.

Le Gouvernement s'en est déjà préoccupé. Il a réuni, à la date du 12 décembre dernier, le Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie, qui, après une discussion importante, a rédigé un questionnaire qui a été adressé aux Chambres de commerce, aux Syndicats, etc... Il comprend huit questions principales, se subdivisant elles-mêmes en un plus grand nombre : les unes générales, les autres particulières à une région ou à un genre d'industrie (2).

Le but des conventions de 1860 et 1882 était d'ouvrir des débouchés nouveaux aux produits des industries françaises et aux produits agricoles.

La comparaison entre les chiffres d'avant et d'après 1860 à l'importation et à l'exportation est assez difficile à établir. Car jusqu'en 1860, le commerce spécial a été l'expression presque absolue de l'importation des produits étrangers nécessaires à la consommation française et de l'exportation des produits du sol ou de l'industrie nationale. Mais, à partir de ce moment, les marchandises qui ne figuraient auparavant qu'au commerce général ont été, par suite des modifications de tarifs, portées à la fois au commerce général et au commerce spécial. Les traités ou les lois de douanes ayant supprimé les taxes d'entrée sur ces marchandises, les importateurs les ont déclarées en totalité pour la consommation, sans distinction entre celles qui devaient rester à l'intérieur et celles qui devaient revenir à l'étranger. Le commerce spécial d'importation, résumant ces déclarations, s'est trouvé de la sorte grossi d'opérations qui, jusqu'en 1860, n'étaient relevées qu'au commerce d'entrepôt ou de transit, et il en a été de même pour le commerce spécial d'exportation.

Il y a lieu également de remarquer que beaucoup de fabrications qui, jusqu'en 1860, étaient, ou prohibées à titre absolu, ou frappées de droits prohibitifs, ont pu, en vertu des traités, être importées pour notre consommation. Tandis que précédemment nos exportations d'objets fabriqués représentaient l'excédent de la production sur les besoins de la consommation intérieure, une partie de ces exportations n'a été, depuis 1860, que l'équivalent des marchandises étrangères qui remplaçaient nos produits sur notre marché. Ainsi s'expliquent les gros chiffres obtenus à l'entrée et à la sortie à partir de 1860 en ce qui concerne le commerce spécial ; mais ces chiffres sont fictifs.

Quand on examine le mouvement de notre commerce international, on remarque que nos exportations et importations, qui ne progressaient que lentement de 1827 à 1848, avant la création des chemins de fer, de la grande navigation à vapeur et l'amélioration de tous les moyens de transport, se sont brusquement élevées de 1848 à 1859 dans des proportions énormes (voir le graphique, fig. 1).

COMMERCE INTERNATIONAL DE LA FRANCE

Relevé du total des exportations et importations de 1827 à 1889.

Années	Importations Millions	Exportations Millions	Différence en plus sur les	
			Importations Millions	Exportations Millions
1827	414	507	"	93
1828	454	511	"	57
1829	483	505	"	22
1830	489	453	36	"
1831	374	456	"	82
1832	505	507	"	2
1833	491	560	"	69
1834	504	510	"	6
1835	520	578	"	58
1836	565	628	"	63
1837	569	515	54	"
1838	656	659	"	3
1839	651	677	"	26

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 44, p. 309.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 9, p. 248.

PONT ROUTE MÉTALLIQUE SUR LE

Fig.1. Elévati

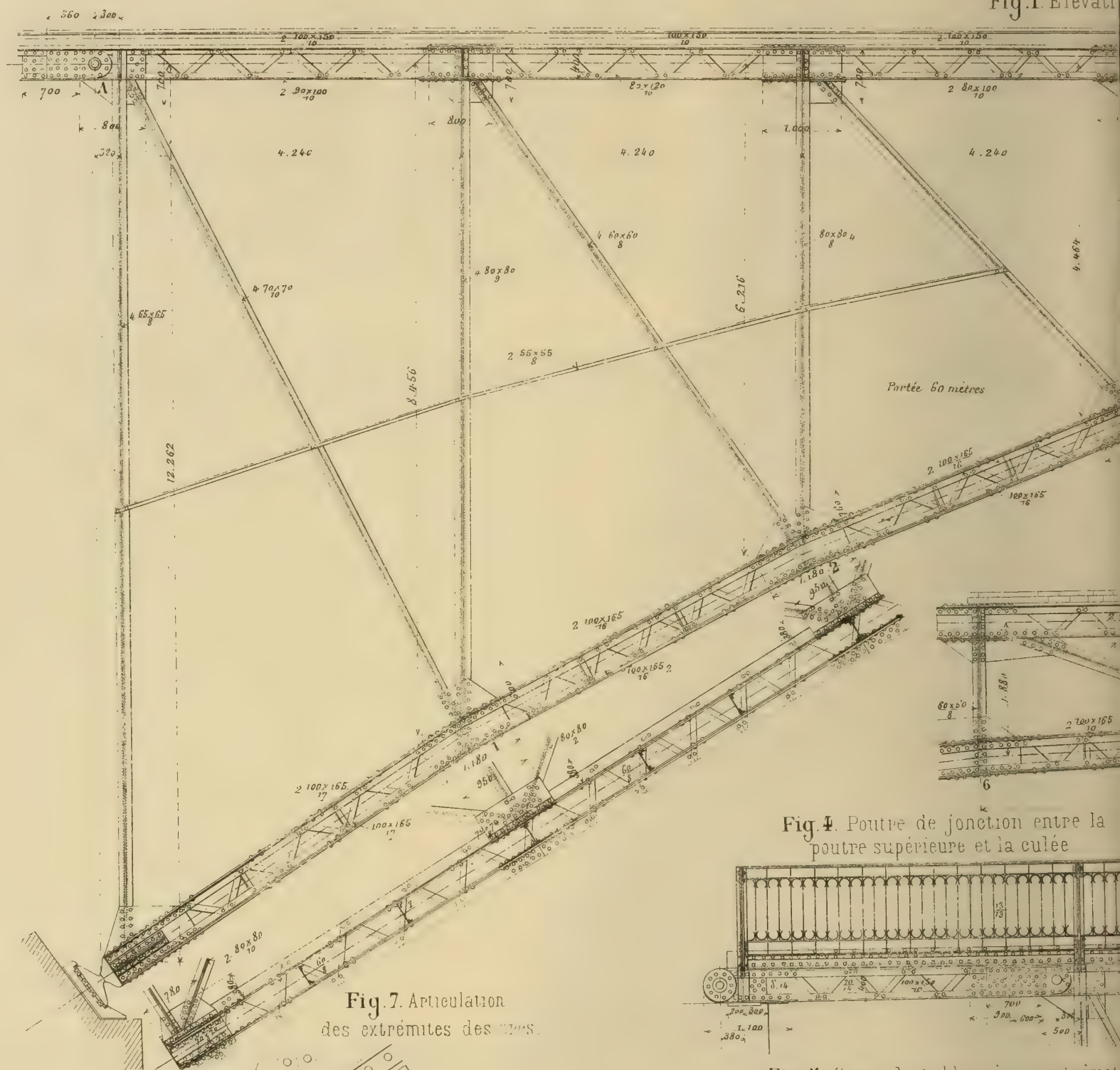


Fig. 4. Poutre de jonction entre la poutre supérieure et la culée

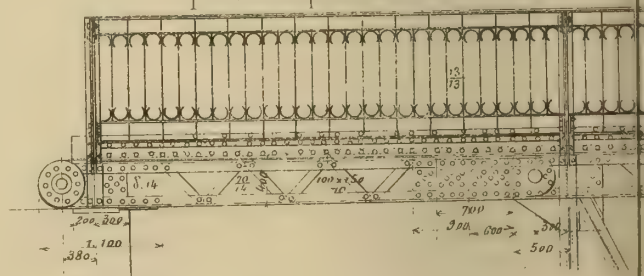
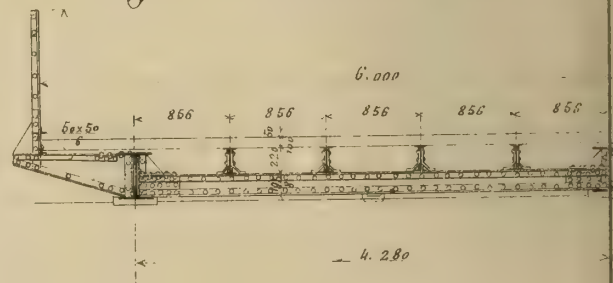


Fig. 5. Coupe du tablier à son extrémité



de la poutre

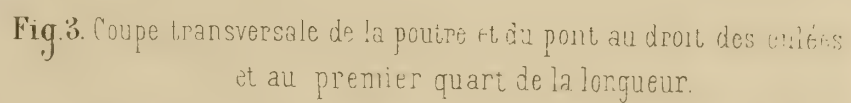


Fig. 2.

Jonction des poutres à la clef.

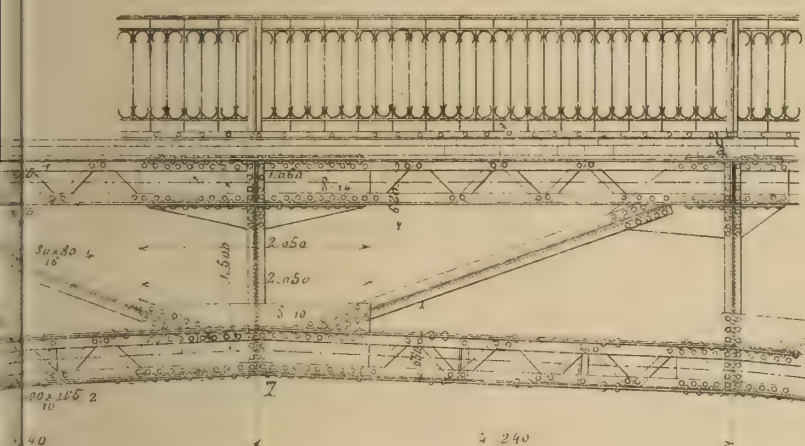
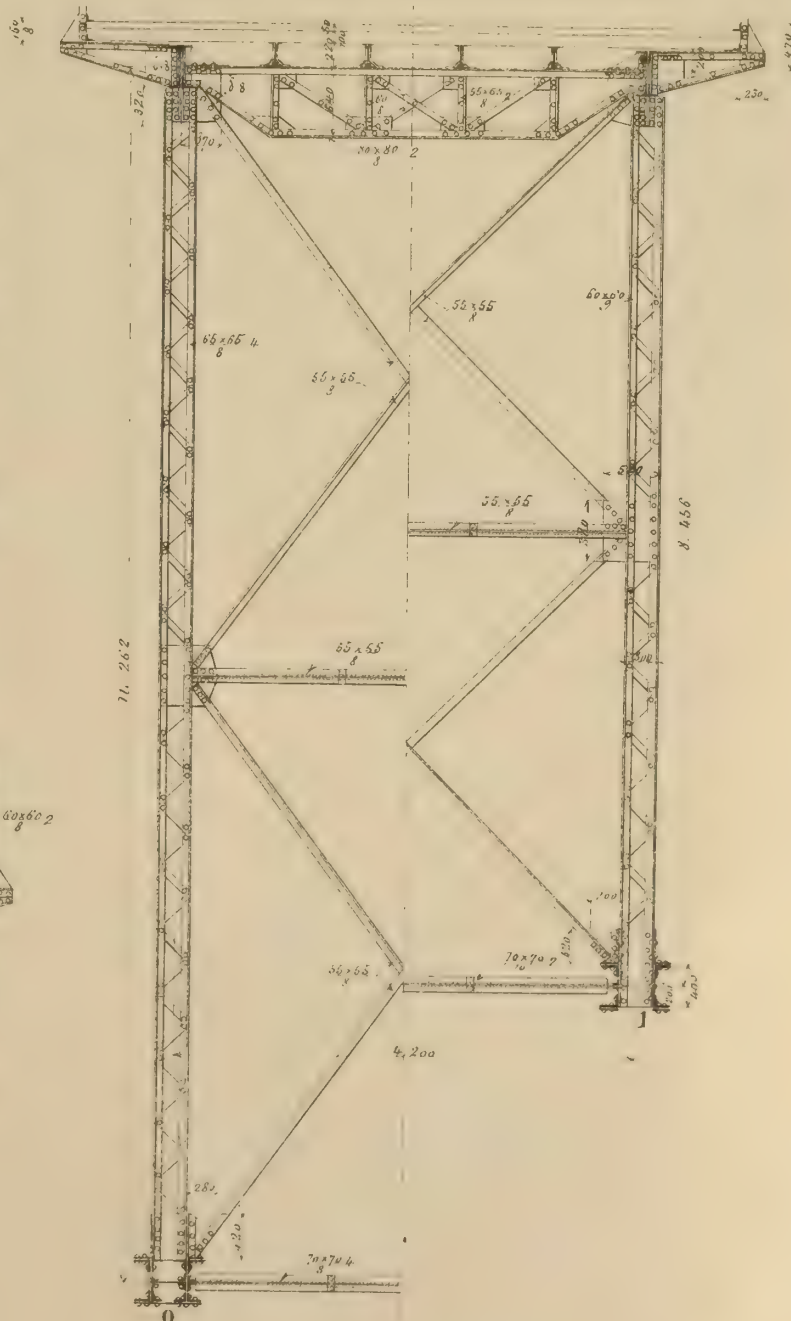
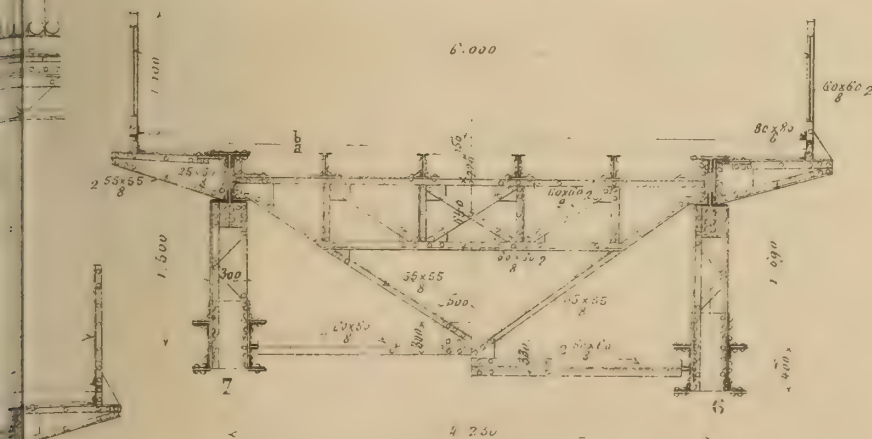


Fig.6. Coupe transversale des panneaux 6 et 7.



de de 0,0147 pour mètre

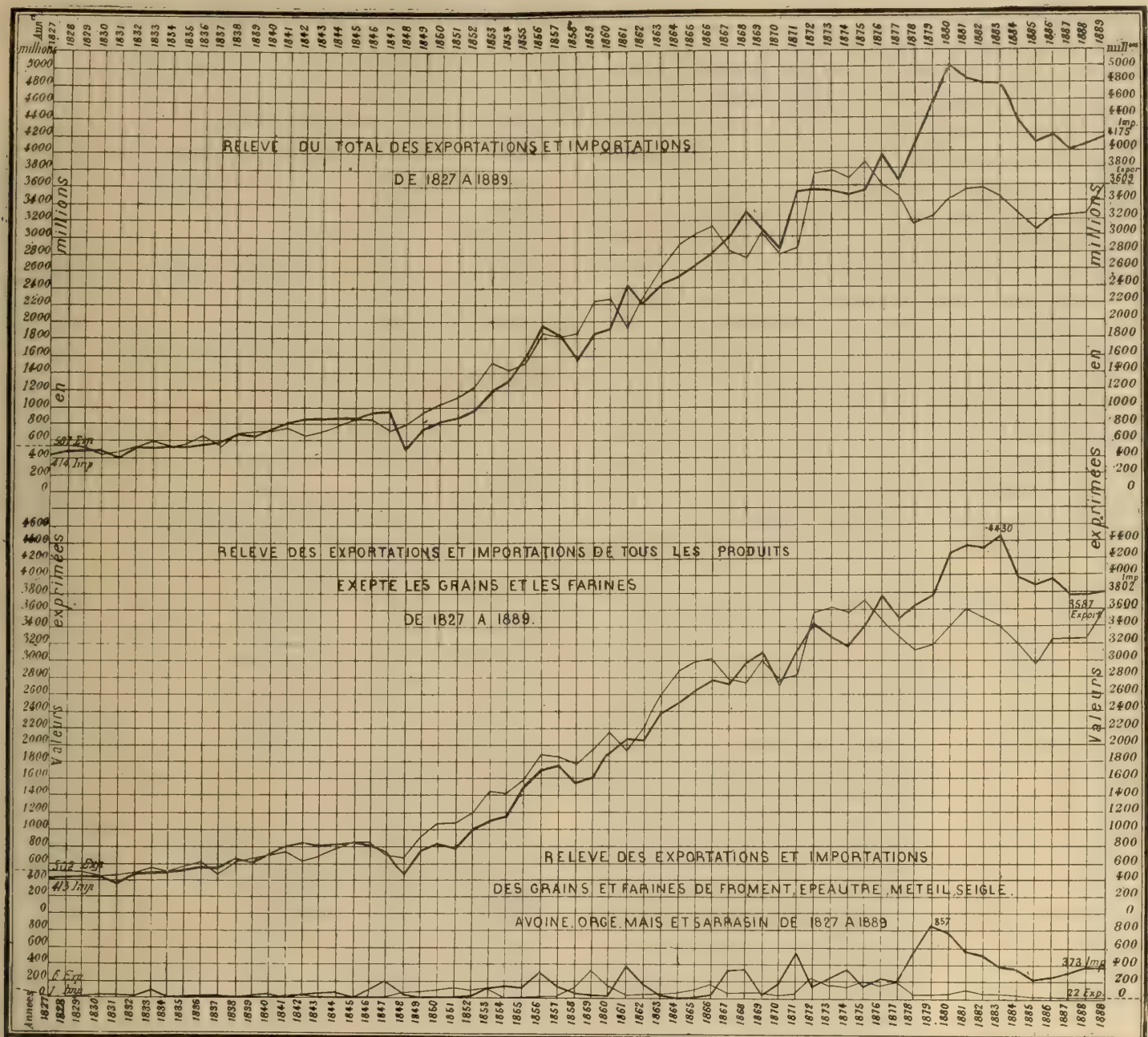


Fig. 1. — Diagrammes relatifs au commerce international de la France de 1827 à 1889. Importations et exportations.

Années	Importations Millions	Exportations Millions	Différence en plus sur les	
			Importations	Exportations
			Millions	Millions
1840	747	695	52	»
1841	804	761	43	»
1842	847	644	203	»
1843	846	687	159	»
1844	868	790	78	»
1845	856	848	8	»
1846	920	852	68	»
1847	956	720	236	»
1848	474	690	»	216
1849	724	938	»	214
1850	791	1.068	»	277
1851	765	1.158	»	393
1852	989	1.257	»	268
1853	1.196	1.542	»	346
1854	1.292	1.414	»	122
1855	1.594	1.558	36	»
1856	1.990	1.893	97	»
1857	1.873	1.866	7	»
1858	1.563	1.887	»	324
1859	1.641	2.266	»	625
1860	1.897	2.277	»	380
1861	2.442	1.926	516	»
1862	2.199	2.243	»	44
1863	2.426	2.643	»	217
1864	2.528	2.924	»	396
1865	2.642	3.088	»	446
1866	2.794	3.181	»	387
1867	3.027	2.826	201	»
1868	3.304	2.790	514	»
1869	3.153	3.075	78	»
1870	2.867	2.802	65	»
1871	3.567	2.873	694	»

Années	Importations Millions	Exportations Millions	Différence en plus sur les	
			Importations	Exportations
			Millions	Millions
1872	3.570	3.762	»	192
1873	3.555	3.787	»	232
1874	3.508	3.701	»	193
1875	3.537	3.873	»	336
1876	3.988	3.576	412	»
1877	3.670	3.436	234	»
1878	4.176	3.180	996	»
1879	4.595	3.231	1.364	»
1880	5.033	3.468	1.565	»
1881	4.864	3.561	1.303	»
1882	4.822	3.574	1.248	»
1883	4.804	3.452	1.352	»
1884	4.344	3.233	1.111	»
1885	4.088	3.088	1.000	»
1886	4.208	3.249	959	»
1887	4.026	3.247	779	»
1888	4.107	3.247	860	»
1889	4.175	3.609	566	»

Les importations, qui n'étaient que de 474 millions en 1848, se sont élevées à 1 641 millions en 1859, alors que les exportations allaient de 690 à 2 266 millions. Le total des importations a été de 14 892 millions pendant cette période de douze ans, et celui des exportations de 17 529 millions, soit une moyenne annuelle de 1 241 millions pour les importations et de 1 461 millions pour les exportations. Pendant cette période, l'excédent des exportations sur les importations a été de 2 637 millions.

Si l'on considère notre commerce international pendant une même période de douze années (en négligeant l'année 1870), à partir de l'établissement des traités de commerce, on remarque que :

Les importations, qui étaient de 1 897 millions en 1860, se sont

élevées à 3 570 millions en 1872, et les exportations de 2 277 millions à 3 762 millions. Le total des importations a été de 33 549 millions pendant ces douze années et celui des exportations de 33 milliards 608 millions; soit une moyenne annuelle de 2 796 millions pour les importations et de 2 801 millions pour les exportations. Pendant cette période, l'excédent des exportations sur les importations est bien inférieur à celui de la période précédente : il n'est plus que de 59 millions.

De 1873 à 1884, les importations ont crû de 3 555 millions à 4 344 millions, tandis que les exportations s'abaissaient de 3 milliards 787 millions à 3 233 millions. Le total des importations a été de 50 896 millions ou de 4 241 par an; celui des exportations de 42 072 millions ou de 3 506 millions par an.

Dans la période précédente, l'excès des exportations sur les importations s'était considérablement abaissé; maintenant le résultat est inverse : ce sont les importations qui surpassent les exportations de 8 824 millions; alors apparaît avec toutes ses conséquences la crise industrielle et agricole que nous subissons encore aujourd'hui.

De 1885 à 1889, l'écart entre les exportations et les importations tend à diminuer, mais il est encore très élevé. Pour ces cinq années, le total des exportations est de 16 440 millions et celui des importations de 20 604 millions, soit un écart de 4 164 millions en faveur des importations.

Lorsque l'on examine la question qui nous occupe en ce moment, on sépare souvent, et bien à tort, l'agriculture de l'industrie. Sans vouloir suivre cette méthode, nous indiquons ci-après (voir aussi fig. 4) le relevé des exportations et importations des grains et farines de 1827 à 1889, puis le relevé général des exportations et des importations de tous les produits, moins les graines et les farines.

Relevé des exportations et importations des grains et farines de froment, épeautre, méteil, seigle, avoine, orge, maïs et sarrasin, de 1827 à 1889.

Années	Importations	Exportations	Différence en plus sur les	
			Importations	Exportations
			Millions et centaines de mille.	
1827	0.9	5.7	»	4.8
1828	25.3	2.9	22.4	»
1829	39.9	3.0	36.9	»
1830	44.7	1.6	43.1	»
1831	23.2	4.2	39.0	»
1832	91.1	3.5	87.6	»
1833	0.3	3.7	»	3.4
1834	0.0	3.8	»	3.8
1835	0.1	4.3	»	4.2
1836	0.4	5.3	»	4.9
1837	5.8	6.8	»	1.0
1838	3.4	10.7	»	7.3
1839	23.7	17.5	6.2	»
1840	47.1	4.6	42.5	»
1841	3.5	16.6	»	13.1
1842	13.0	18.8	»	5.8
1843	42.3	5.6	36.7	»
1844	50.8	6.6	44.2	»
1845	15.5	13.0	2.5	»
1846	99.7	6.6	93.1	»
1847	209.0	4.5	204.5	»
1848	24.4	36.5	»	12.1
1849	0.0	51.2	»	51.2
1850	0.0	69.0	»	69.0
1851	1.5	89.6	»	88.1
1852	4.5	61.5	»	57.0
1853	108.7	100.1	8.6	»
1854	161.5	7.8	153.7	»
1855	122.7	6.2	116.5	»
1856	303.2	7.6	295.6	»
1857	116.0	10.2	105.8	»
1858	46.2	128.6	»	82.4
1859	37.6	351.7	»	314.1
1860	22.2	119.8	»	97.6
1861	389.9	33.8	356.1	»
1862	157.4	41.6	115.8	»
1863	52.9	48.0	4.9	»
1864	23.1	55.7	»	32.6
1865	18.2	117.7	»	99.5
1866	49.4	177.5	»	128.1
1867	318.5	64.5	354.0	»
1868	337.1	65.5	271.6	»
1869	56.0	67.7	»	11.7
1870	185.6	33.5	152.1	»
1871	459.2	45.9	413.3	»
1872	147.4	242.9	»	95.5
1873	228.8	170.5	58.3	»
1874	330.5	136.4	194.1	»
1875	138.1	199.4	»	61.3
1876	239.3	141.0	98.3	»
1877	206.7	185.3	21.4	»
1878	560.2	51.5	508.8	»
1879	856.7	41.7	815.0	»
1880	787.8	59.6	728.2	»
1881	519.2	91.4	427.8	»
1882	501.9	55.0	446.9	»
1883	374.4	55.4	319.0	»
1884	359.6	43.7	315.9	»
1885	232.1	33.8	198.3	»
1886	262.1	29.2	232.9	»
1887	289.2	18.9	270.3	»
1888	375.3	14.4	360.9	»
1889	372.8	21.7	351.1	»

Relevé des exportations et importations de tous les produits excepté les grains et les farines, de 1827 à 1889.

Années	Importations	Exportations	Différence en plus sur les	
			Importations	Exportations
			Millions	Millions
1827	413	501	»	88
1828	429	508	»	79
1829	443	502	»	59
1830	444	451	»	7
1831	351	452	»	101
1832	414	503	»	89
1833	491	556	»	65
1834	504	506	»	2
1835	520	574	»	54
1836	565	623	»	58
1837	565	508	57	»
1838	653	648	5	»
1839	627	659	»	32
1840	700	690	10	»
1841	800	744	56	»
1842	834	625	209	»
1843	804	681	123	»
1844	817	783	34	»
1845	840	835	5	»
1846	820	845	»	25
1847	747	715	32	»
1848	450	653	»	203
1849	724	887	»	163
1850	791	1.059	»	268
1851	763	1.068	»	305
1852	984	1.195	»	211
1853	1.087	1.442	»	355
1854	1.130	1.406	»	276
1855	1.471	1.552	»	81
1856	1.687	1.885	»	198
1857	1.757	1.856	»	99
1858	1.517	1.758	»	241
1859	1.603	1.914	»	311
1860	1.875	2.157	»	282
1861	2.052	1.892	160	»
1862	2.042	2.201	»	159
1863	2.373	2.595	»	222
1864	2.505	2.868	»	363
1865	2.634	2.970	»	344
1866	2.744	3.003	»	259
1867	2.708	2.761	»	53
1868	2.967	2.724	243	»
1869	3.097	3.007	90	»
1870	2.681	2.756	»	75
1871	3.108	2.827	281	»
1872	3.423	3.519	»	96
1873	3.326	3.616	»	290
1874	3.177	3.565	»	388
1875	3.399	3.674	»	275
1876	3.749	3.435	»	686
1877	3.463	3.251	212	»
1878	3.616	3.128	488	»
1879	3.738	3.189	549	»
1880	4.245	3.408	837	»
1881	4.345	3.470	875	»
1882	4.320	3.519	801	»
1883	4.430	3.397	1.033	»
1884	3.984	3.189	795	»
1885	3.856	3.944	»	88
1886	3.946	3.220	726	»
1887	3.737	3.228	509	»
1888	3.732	3.233	499	»
1889	3.802	3.587	215	»

Les tableaux publiés chaque année par la direction générale des douanes divisent aussi les marchandises en trois catégories :

Objets d'alimentation;
Matières nécessaires à l'industrie;
Objets fabriqués.

Cette classification est tout à fait arbitraire et, quand on l'examine de près, on voit que les indications qu'elle fournit sont dénuées de toute utilité.

Dans la première catégorie, il y a bien des matières qui sont plutôt destinées à l'industrie qu'à l'alimentation; la distinction entre la seconde et la troisième catégorie est encore plus subtile, car on fait figurer dans la seconde beaucoup de produits dont l'état de fabrication est très avancé et que l'on pourrait très bien considérer comme objets fabriqués.

ÉMILE BERT,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Docteur en droit,
Professeur à l'École commerciale de Paris.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

L'ÉTAT DE VICTORIA (AUSTRALIE) à l'Exposition universelle de 1889.

L'Australie proprement dite ou continent australien se divise politiquement en cinq Etats, indépendants les uns des autres, et relevant directement de la couronne britannique, savoir : l'Australie occidentale (*Western Australia*), l'Australie du Sud (*South Australia*), la Terre de la Reine (*Queensland*), la Nouvelle Galles du Sud (*New South Wales*), Victoria.

Comme étendue de territoire, l'Etat de Victoria est la plus petite des colonies du continent australien; mais c'est la plus peuplée et la plus riche. Il occupe la partie sud-est de l'Australie, et s'étend entre le 34° et le 39° degré de latitude sud, et entre le 141° et le 150° degré de longitude est (méridien de Greenwich). Il a pour limites: du sud-est au nord-ouest, le fleuve Murray, qui le sépare de la Nouvelle Galles du Sud (dont il s'est politiquement détaché en 1851); à l'ouest, le méridien 140° 57', qui lui sert de ligne de frontière avec l'Etat de *South Australia*; au sud, l'Océan.

Sa superficie est de 228 400 kilomètres carrés. Sa population, en 1889, était de 1 100 000 habitants; soit une moyenne de 4,8 habitants par kilomètre carré, alors que la densité moyenne de la population totale du continent australien n'est que de 0,4 habitant par kilomètre carré.

Le climat de Victoria est moins chaud que celui des autres colonies australiennes; il est tempéré et humide, et rendu très égal par le voisinage de l'Océan.

Melbourne, la capitale de la colonie, est maintenant une des grandes cités de l'empire colonial britannique; sa population est de 400 000 habitants. Elle possède des édifices remarquables: palais du Parlement et du gouverneur, université, observatoire, musées, églises, banques, etc. Le port de Melbourne, plus spécialement désigné sous le nom de *Hobson's bay*, est rempli de navires à l'ancre, entre lesquels passent, par centaines, les bateaux à vapeur qui voguent d'un côté à l'autre de la rade. Le mouvement de la navigation à Melbourne et dans les autres ports de Victoria a été, en 1886, de 4 631 navires jaugeant 3 735 387 tonnes.

La valeur des échanges pendant l'année fiscale 1888-89 a été de 912 500 000 francs, dont 500 millions à l'importation, et 412 500 000 francs pour l'exportation. Le budget de l'Etat de Victoria était, pour l'année fiscale allant du 1^{er} juillet 1887 au 30 juin 1888, de 190 800 000 francs pour les recettes, et de 184 950 000 francs pour les dépenses; tandis que la dette publique était, au 30 juin 1887, de 827 979 100 francs.

La « *magnificent Melbourne* », comme on l'appelle en Australie, est desservie par un réseau de tramways de 53 kilomètres de longueur, mus par câbles, par un chemin de fer de ceinture et par de nombreuses lignes ferrées qui s'étendent jusqu'aux frontières de l'Etat et au delà.

Le réseau total des chemins de fer de Victoria est de 3 800 kilomètres. Citons, parmi les villes importantes de l'intérieur: *Ballarat* (40 000 habitants), dans la région des mines d'or, à 160 kilomètres nord-ouest de Melbourne; *Sandhurst* (38 000 habitants), où se trouve l'Ecole supérieure des mines; *Geelong* (24 000 habitants), qui possède des fabriques de drap; *Warrumbul*, *Belfast*, *Portland*, qui sont de petits ports côtiers.

Le grand fleuve Murray, dont le cours total est de 2 092 kilomètres, et qui sert de frontière à l'Etat de Victoria sur un parcours de 1 609 kilomètres, comprend un bassin d'une étendue plus grande que celui du Danube; mais le débit moyen annuel du fleuve australien n'est que de 350 mètres cubes par seconde; c'est à peine si de petits bateaux à vapeur peuvent en remonter le cours inférieur durant la saison des pluies. Il reçoit sur sa rive gauche de nombreuses rivières, au caractère torrentiel, venant de la chaîne de montagnes qui traverse, de l'est à l'ouest, tout le territoire de Victoria, et dont plusieurs des sommets, qui atteignent de 1 600 à 2 000 mètres, sont couverts de neige pendant toute l'année.

Le Murray est presque, pour une partie de ce pays, ce que le Nil est pour l'Égypte; aussi une Société, formée sous la protection du Ministère de l'Agriculture, s'occupe-t-elle d'arriver à la fertilisation de ces immenses régions, au moyen de canaux d'irrigation.

C'est principalement sur les pentes septentrionales des montagnes de Victoria que sont épars les gisements aurifères qui ont fait la richesse de l'Australie. Ils appartiennent à divers étages des terrains tertiaires et reposent sur un « fond » ou lit rocheux des formations siluriennes dont ils sont dérivés. La plupart de ces gisements emplissent d'anciens lits fluviaux, auxquels on donne le nom de « gouttières »; ils ont jusqu'à 100 et parfois 150 mètres de puissance en certains endroits.

Ces quelques renseignements généraux suffisent pour montrer l'importance considérable acquise dans ces dernières années par l'Etat de Victoria, qui s'était déjà fait connaître par son Exposition internationale de Melbourne, en 1888.

Ajoutons que si Victoria est aujourd'hui la plus importante des colonies australiennes, c'est aussi celle qui dépend le moins du gouvernement britannique, attendu que celui-ci n'est représenté dans l'Etat que par la personne du gouverneur. Une Chambre haute, composée de 42 membres (chacune des 14 provinces de l'Etat nomme trois délégués à la Chambre haute), et une Chambre basse de 94 membres, ou Assemblée législative nommée par le suffrage universel, représentent le gouvernement colonial.

Participation à l'Exposition universelle de 1889. — Le continent australien était surtout représenté par l'exposition de l'Etat de Victoria, et par quelques produits de la Nouvelle Galles du Sud.

L'Exposition faite par le gouvernement colonial de Victoria se composait de trois parties distinctes:

1° La section située dans une des travées du Palais des Industries diverses, dans l'emplacement réservé à la Grande Bretagne et à ses colonies; 2° la section du quai d'Orsay, près du pont des Invalides; 3° le pavillon australien, situé dans la partie ouest du jardin du Trocadéro.

Au Champ de Mars, on entraînait dans la partie plus spécialement réservée à l'Etat de Victoria, par un portique doré représentant approximativement, par son volume, la quantité d'or extraite dans la colonie depuis 1851, époque de sa fondation. Cette quantité, évaluée

à cinq milliards et demi de francs, correspondait à un poids d'or de 1 741 000 kilogrammes.

Dans les vitrines étaient exposées des reproductions en plâtre doré des pépites les plus remarquables découvertes par les colons: Le lingot naturel, de beaucoup le plus extraordinaire, baptisé *l'étranger bienvenu*, a été découvert par deux mineurs australiens, à trois pouces de la surface du sol, près de *Dunolly* (Victoria); il pèse 95 kilogr. et a une valeur de 250 000 francs; il a la forme d'un bloc rocheux d'une hauteur de 0^m 60, d'une largeur de 0^m 25 et d'une épaisseur de 0^m 12 environ. Après lui, vient le *précieux* dont le poids est de 48 kilogr. et la valeur de 162 000 francs, pépite qui a été extraite en 1870, des mines d'or de Midas, à Berlin (Australie). Citons encore le *vicomte Canterbury*, qui pèse 32 kilogr. et vaut 110 000 francs; la *vicomtesse Canterbury*, qui pèse 25^{kil} 4 et vaut 88 000 francs; *Lady loch nugget*, qui pèse 17^{kil} 5 et a une valeur de 64 000 francs, etc.

Le *perat*, de la mine de Burnt Creek (Dunolly), pèse 15^{kil} 5 et vaut 39 000 francs. Beaucoup d'autres pépites ont une valeur de 5 000 à 10 000 francs.

Les minerais aurifères exposés dans les vitrines étaient des roches quartzueuses très variées. Dans certains échantillons, on distinguait de grosses paillettes d'or incrustées; dans d'autres, une teinte jaune ou dorée indiquait seule la présence du métal.

Citons aussi des minerais sulfurés argentifères, des minerais divers de cuivre, d'antimoine, d'étain, de plomb, des oxydes de fer.

D'autres métaux découverts dans la colonie de Victoria n'ont pas encore été l'objet d'une exploitation; ce sont le bismuth, le cobalt, le cadmium, le manganèse, le molybdène, le platine et le zinc.

Des couches de houille ont été récemment trouvées dans la région agricole du littoral dite Gipp'sland.

Les échantillons de laine mérinos étaient fort nombreux. Voici quelle a été dans ces dernières années l'importance de l'exportation de la laine de Victoria:

Années	Quantités Livres anglaises	Valeur en francs
1875.	41.927.000	57.969.000
1880.	76.808.000	90.424.000
1884.	93.226.000	108.814.000
1885.	83.928.000	86.460.000
1886.	82.473.000	83.121.000
1887.	91.635.000	88.455.000

Les céréales étaient représentées par de nombreux spécimens de blés, avoines, orges, maïs, fèves, pois, etc.

Mentionnons aussi les fourrures et les animaux empaillés qui représentaient la faune indigène si curieuse de l'Australie; des collections d'insectes; certains poissons ailés aux couleurs brillantes et métalliques; une collection assez complète des bois de diverses essences, etc.

Au quai d'Orsay la « long tunnel Gold Mining Company » exposait une colonne dorée de 3 mètres de hauteur environ et de 0^m 60 de diamètre, qui représentait sa production d'or, de janvier 1870 à fin décembre 1887; soit 12 013 kilogr. d'or valant 50 millions de francs.

La Compagnie des mines aurifères de Ballarat représentait sa production d'or sous la forme d'un polyèdre régulier à 12 faces ou losanges, d'un mètre de diamètre environ. En outre, elle avait installé un modèle (réduit au 1/12), d'un atelier de broyage et de séparation de l'or du minerai quartzueux. Les machines et les transmissions étaient mises en mouvement par un petit moteur à gaz.

Le tableau suivant donne les quantités et la valeur des principaux minerais extraits dans la colonie de Victoria, depuis le commencement de l'exploitation jusqu'à la fin de 1887:

Désignation	Quantités	Valeur en francs
Or.	1.741.010 kilogr.	5.504.215.000
Argent.	10.750 —	1.483.500
Minerai de cuivre . .	16.460 tonnes	4.772.500
Minerai de fer. . . .	5.429 —	313.000
Minerai d'étain. . . .	11.105 —	16.637.000
Minerai d'antimoine .	22.185 —	4.232.000
Minerai de plomb . .	669 —	133.000
Charbon.	16.510 —	533.000
Lignite	8.619 —	54.000
Total.		5.532.373.100

L'exposition des bois comprenait 132 espèces d'eucalyptus (qui est l'arbre par excellence des forêts australiennes), des échantillons de bois de fer (densité: 1,111), de Karri (densité: 0,981), de redgum (densité: 1,081), de mahogany (densité: 0,891), et de plusieurs espèces d'acacia.

Le pavillon de Victoria situé au Trocadéro était spécialement affecté à l'exposition des vins. La viticulture a un brillant avenir en Australie, et la colonie de Victoria est destinée à devenir un grand centre de production du vin. Actuellement, il y a près de 7 000 hectares cultivés; la vigne produit dès la troisième année, et le rendement moyen dans cette contrée est de 39 hectolitres par hectare. Les vins se rapprochent à la fois de nos vins d'Algérie et de ceux du midi de la France, ainsi que des vins d'Espagne.

Le gouvernement de Victoria fait de grands efforts pour développer l'industrie vinicole et pour lui ouvrir des débouchés. Aujourd'hui que le revenu fourni par l'exploitation de l'or va en diminuant avec l'appauvrissement des mines, les efforts des colons commencent à se porter plus volontiers sur la culture de la terre.

CONGRÈS

CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

3^e SESSION : PARIS, 14-23 SEPTEMBRE 1889.(Suite et fin¹.)

QUATRIÈME SECTION. — ORDRE GÉNÉRAL

QUESTION XVIII. — Chemins de fer et voies navigables.

« Situation respective des chemins de fer et des voies navigables au point de vue des impôts et des charges diverses qui, dans les différents pays de l'Europe, pèsent sur les transports effectués par l'un ou l'autre de ces modes de communication. »

Rapporteur : M. Colson, Ingénieur des Ponts et Chaussées, maître de requêtes au Conseil d'Etat français.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée reconnaît le rôle important que doivent nécessairement jouer les voies navigables dans les transports. Elle admet que, dans certains cas, leur développement peut constituer pour les chemins de fer un avantage en même temps ou plutôt qu'une concurrence, et que, dans d'autres cas, il peut agir utilement, par l'effet même de cette concurrence, sur l'établissement des prix de transport, lorsqu'il existe un trafic suffisant pour alimenter à la fois la voie de fer et la voie d'eau.

Mais, en même temps, elle constate que, dans l'Europe continentale, la navigation reçoit la jouissance gratuite ou presque gratuite de la voie d'eau établie et améliorée, surveillée et entretenue au moyen de ressources budgétaires, et n'est grevée que de péages ou d'impôts insignifiants.

Les transports par chemins de fer, au contraire, ont non seulement à payer les frais d'exploitation et d'entretien des voies, mais encore à rémunérer la totalité ou la presque totalité du capital consacré à leur établissement; ils sont grevés, en sus des prix de transport et des péages, de lourds impôts et d'obligations très onéreuses dans l'intérêt des services publics (notamment des services postaux et télégraphiques et des services militaires), de sorte que souvent les chemins de fer donnent au budget autant et même plus qu'ils n'en reçoivent, lors même que l'Etat paraît leur accorder dans une large mesure des subventions ou des garanties.

L'Assemblée appelle l'attention sur l'inégalité de traitement ainsi établie, d'une part, entre les chemins de fer et les entreprises concurrentes, d'autre part, entre les diverses parties d'un même territoire, dont quelques-unes sont desservies par des voies de transport créées et entretenues aux frais de l'Etat, tandis que la plupart ne jouissent pas de cet avantage. Elle signale également les erreurs que cette différence de traitement peut entraîner dans l'appréciation de l'utilité de certains travaux qui paraissent abaisser les prix généraux de transport, alors qu'en réalité ils n'ont d'autre conséquence que d'exonérer d'une fraction de ce prix ceux qui profitent du transport, en faisant supporter cette fraction par la masse des contribuables.

En résumé, le sentiment de l'Assemblée est :

1° Que ces inégalités, notamment en ce qui concerne les impôts proprement dits (récépissés timbrés, etc.), devraient être supprimées ou tout au moins atténuées dans la mesure du possible, par telles mesures qu'il appartiendrait aux divers Gouvernements de prendre à cet effet et qui seraient compatibles avec les intérêts du commerce et de l'industrie;

2° Et surtout qu'il conviendrait à l'avenir d'éviter, à moins de raisons spéciales, l'ouverture de voies navigables nouvelles dans les régions où la voie ferrée suffit pour desservir le trafic.

QUESTION XIX. — Relations internationales.

« Moyens de faciliter les relations internationales en ce qui concerne les transports des voyageurs et de leurs bagages. »

Rapporteur : M. L. de Perl, Conseiller d'Etat, directeur gérant du service international de la grande Société des chemins de fer russes.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée émet l'avis que les Gouvernements devraient s'occuper de conclure une convention uniforme pour le service des voyageurs et des bagages, pour laquelle le projet présenté par M. de Perl pourrait servir de base de discussion; elle exprime en même temps le désir que ces mêmes Gouvernements facilitent autant que possible le passage des frontières sous le rapport de la visite des bagages, surtout des bagages à main, se trouvant dans les compartiments des voitures à voyageurs.

QUESTION XX. — Primes au personnel.

« Moyens d'intéresser les agents aux économies dans les dépenses d'exploitation et à l'augmentation des recettes. »

Rapporteur : M. B. Ambrozovics, conseiller ministériel au Ministère des Travaux publics de Hongrie.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée est d'avis qu'en dehors des moyens d'ordre moral et matériel (institutions de prévoyance, etc.) qui peuvent maintenir les liens d'une solidarité nécessaire entre les Compagnies et leurs employés, les primes d'économie mettant en jeu leur intérêt personnel sont un des meilleurs moyens de développer les efforts des employés dans le sens de l'amélioration des résultats d'exploitation.

Elle signale tout d'abord la différence à établir entre les *gratifications* proprement dites, qui récompensent des efforts ou services exceptionnels non susceptibles d'une mesure exacte, et les *primes*, qui peuvent s'appliquer à des économies réalisées sur des dépenses qu'il est possible d'évaluer plus ou moins exactement. Dans cet ordre d'idées, l'Assemblée repousse complètement l'idée de primes basées sur le développement de la recette brute, en raison de la difficulté de déterminer exactement les agents qui peuvent influencer sur ce développement et surtout de mesurer cette influence.

Des primes basées sur l'augmentation de la recette nette d'exploitation (et non sur l'augmentation du dividende), après prélèvement des charges de capital sur lequel les services de l'exploitation n'ont aucune action, seraient moins difficiles à établir; il lui paraît cependant préférable, en raison de l'influence du produit brut sur la recette d'exploitation, d'adopter ici la forme d'une gratification, dont le montant total, déterminé par les Conseils, serait réparti par les directeurs entre les différents services de l'exploitation, et par les chefs de ces services entre les agents ayant pu contribuer à l'augmentation des recettes nettes.

En ce qui concerne les dépenses de l'exploitation, l'Assemblée estime qu'elles comprennent en très grand nombre des éléments susceptibles d'une détermination plus ou moins exacte, soit directement, soit par les résultats obtenus

dans un ou plusieurs exercices précédents, et que pour tous ces éléments il peut être très avantageux d'établir des primes basées sur l'économie réalisée sur une allocation sagement déterminée. Les bases de ces allocations doivent être révisées de temps en temps pour tenir compte des résultats acquis, la part attribuée aux agents dans les économies réalisées devant s'élever à mesure que se réduit l'allocation.

L'Assemblée estime que les primes attribuées à des collectivités trop nombreuses ne sont pas recommandables, la surveillance réciproque des agents les uns sur les autres devenant impossible. Elle pense que les primes doivent être directes et s'adresser autant que possible à des individualités ou à des groupes très restreints. Elle pense qu'il ne convient pas de les limiter à l'avance par un maximum; si elles paraissent exagérées, il est préférable de réviser les bases des allocations. Elle ajoute que, pour produire tout leur effet, les primes doivent être réglées aux ayants droit aussitôt que possible après le règlement de l'opération à laquelle elles se rapportent.

L'Assemblée est d'avis, enfin, que si, dans les services de l'exploitation, il est un très grand nombre d'éléments susceptibles d'évaluation préalable et de primes d'économie basées sur une allocation déterminée, il convient d'éviter les primes qui seraient susceptibles de compromettre la sécurité et notamment de ne les appliquer qu'avec une prudente réserve pour le service de l'entretien de la voie, les économies en cette matière pouvant se traduire par une négligence dans les mesures absolument indispensables à la sécurité et à la bonne conservation de la voie.

QUESTION XXI. — Institutions de prévoyance.

« Institutions spéciales de prévoyance en faveur des employés et des ouvriers de chemins de fer. »

Rapporteur : M. George de Laveleye.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — L'Assemblée, constatant que le programme élaboré à Milan n'a pu être réalisé, maintient la question à l'ordre du jour du prochain Congrès et arrête ainsi les bases du questionnaire à dresser par le rapporteur pour être envoyé à toutes les Administrations.

Le questionnaire comprendra trois parties distinctes :

- 1° Organisation-administration;
- 2° Statistique-démographie;
- 3° Observations théoriques et pratiques.

Caisses de secours. — En ce qui concerne les caisses de secours (indemnités temporaires de salaire, soins médicaux, frais de funérailles, etc.), l'Assemblée constate que ce service est partout assuré dans une large mesure, soit à la charge exclusive des Administrations ou Compagnies, soit par la constitution de caisses spéciales alimentées par une retenue sur les salaires et par des dotations régulières des Administrations, qui, dans ce dernier système, prennent à leur charge les déficits éventuels de ces caisses.

L'Assemblée décide qu'il y a lieu d'ajouter au questionnaire projeté sur les caisses de retraite quelques détails sur les caisses de secours.

Caisses de prêt. — L'attention de l'Assemblée a été appelée sur l'existence, générale en Russie, partielle dans d'autres pays, de caisses spéciales alimentées par les Compagnies et destinées à faire aux agents, que des circonstances mettent au-dessous de leurs affaires, des avances d'argent pour les mettre à l'abri des actions des usuriers.

L'Assemblée ne croit pas pouvoir recommander pour tous les pays une mesure qui paraît devoir prêter à bien des abus, si le capital de la caisse est élevé, et rendre des services restreints, si ce capital est faible.

Habitations ouvrières. — L'Assemblée, reconnaissant l'intérêt qu'il y a pour les Compagnies et Administrations à ce que le logement des employés ou agents soit assuré dans de bonnes conditions d'hygiène et de prix, ne préconise point le système qui permet aux agents d'acheter, payables par annuités, des maisons que les Compagnies auraient construites ou dont elles auraient facilité la construction. Un grand nombre de membres estiment que ce système, pour recommandable qu'il soit d'une manière générale, est malaisément applicable à l'industrie spéciale des chemins de fer, les Administrations devant conserver toute liberté de déplacer le personnel selon les nécessités du service.

Apprentissage. — Renouvelant le vœu précédemment émis (session de Milan), l'Assemblée est d'avis qu'il y a lieu de recommander la création d'écoles, quand les ressources locales font défaut, ainsi que celle d'ateliers d'apprentissage, à moins qu'il ne soit pourvu d'une autre manière à l'instruction professionnelle des jeunes ouvriers.

Coopération. — L'Assemblée est d'avis qu'il y a intérêt pour les Compagnies et Administrations à faciliter la création de Sociétés coopératives de consommation et à voir se développer ces utiles associations partout où elles peuvent se constituer. Afin de propager les idées d'épargne et de prévoyance, il y a intérêt moral à préconiser, auprès de ces Sociétés coopératives, le système qui consiste à vendre aux affiliés, non pas au prix de revient, mais au prix de détail, — à faire ainsi un bénéfice qui appartient pour sa part à chacun des associés, — et à employer ce bénéfice à des œuvres de prévoyance véritable : caisse d'épargne, caisse de retraite, assurance sur la vie, etc.

Économats. — L'Assemblée reconnaît les services importants dus à l'institution, par certaines Compagnies, de magasins gérés par elles, vendant à leurs agents des denrées et objets d'habillement, etc., et les faisant ainsi jouir du bénéfice des achats faits par elles au prix du gros.

Elle pense cependant que ces institutions qui, par leur essence même, ne peuvent vendre qu'au prix de revient, ne se prêtent pas, comme peuvent le faire les associations coopératives, à la constitution, indiquée plus haut, de bénéfices à employer à des œuvres de prévoyance.

Elle ajoute que les coopératives, alors même qu'elles n'arriveraient pas à procurer à leurs participants, à un prix aussi réduit que les économats, les objets de consommation nécessaires à la vie, auraient toujours le résultat précieux d'apprendre aux agents à compter davantage sur eux-mêmes, en excitant au nom de leur propre intérêt, leur initiative individuelle.

QUESTION XXII. — Composition des trains de voyageurs.

« Composition des trains de voyageurs. Nombres de classes. »

Rapporteur : M. Findlay, directeur général du *London and North Western Railway*.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — En ce qui concerne le nombre des classes, l'Assemblée constate que, dans certaines régions récemment appelées à participer au mouvement général, on a été conduit à faciliter les déplacements des éléments primordiaux de la main-d'œuvre, par la création d'une 4^e classe, dans des conditions spéciales de bon marché facilitées par la suppression des impôts d'Etat, rachetées, il est vrai, par un manque de confort plus ou moins complet et même parfois par la suppression des sièges. Elle constate, au contraire, que, dans un pays arrivé à un grand développement industriel et commercial, en Angleterre, une des grandes Compagnies de chemins de fer a cru devoir réduire à deux le nombre des classes, sans que son exemple ait été jusqu'ici suivi. L'Assemblée estime que le nombre de trois

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 24, p. 477, et n° 25 p. 492.

classes est le plus conforme, surtout pour les grandes lignes, aux conditions ordinaires de la répartition de la population dans les pays de l'Europe continentale.

En ce qui concerne la composition des trains de voyageurs, ou plus exactement l'admission des 3^e classes dans les trains express, l'Assemblée pense qu'il y a convenance à faire participer les voyageurs de 3^e aux avantages de la vitesse.

Mais elle estime que ce serait dépasser le but que d'admettre les voyageurs de toutes classes dans tous les trains rapides et express, comme plusieurs Compagnies anglaises ont été conduites à le faire par les nécessités d'une concurrence à outrance.

Les chiffres présentés par la plus importante d'entre elles (London and North Western) pour deux périodes, l'une de 1863 à 1875 antérieure, l'autre de 1875 à 1888, postérieure à cette réforme, paraissent très concluants.

Ils établissent à ses yeux que si, pendant ces deux périodes, le nombre total des voyageurs s'est constamment accru, le produit net de leur transport a été très notablement moindre dans la deuxième que dans la première.

Il lui paraît même établi que le produit des voyageurs ne s'est pas notablement accru, si même il s'est accru, l'augmentation moyenne annuelle du produit des voyageurs dans la deuxième période étant, pour cette Compagnie, beaucoup plus faible qu'elle ne l'a été pour la première.

Ce résultat négatif lui paraît devoir être attribué au déclassement qui a été la conséquence la plus immédiate et la plus nette d'une réforme beaucoup trop rapide et beaucoup trop radicale.

L'Assemblée émet en résumé l'avis suivant :

1° Il y a intérêt à tous les points de vue à offrir aux voyageurs de 3^e classe, dans la mesure du possible, les avantages d'une vitesse supérieure, d'abord parce que, pour eux comme pour les autres, *time is money*, ensuite parce que l'utilisation des voitures de 3^e classe est toujours meilleure, et leur poids mort par voyageur beaucoup plus faible que pour les classes supérieures ;

2° Cette mesure n'a d'intérêt que pour les voyageurs effectuant de longs parcours, auxquels seuls correspondra une économie de temps notable ;

3° Certaines Administrations de chemins de fer se heurteraient à l'impossibilité d'admettre les 3^e classes dans les trains rapides ou express actuellement existants. Cette mesure conduirait sûrement à une trop grande surcharge et, par suite, à une réduction de vitesse. Le cas peut être pourtant différent pour d'autres Administrations dont les express existants ne sont pas si lourds. La solution est dans la transformation de certains omnibus en trains express, ou même, là où l'intensité du trafic la justifie, la création de nouveaux trains de vitesse intermédiaire entre les omnibus et les express. Ces mesures doivent avoir pour résultat de développer le mouvement de la classe la plus nombreuse, celle qui voyage le moins, qui hésite à se déplacer même pour ses besoins ;

4° Cette innovation produirait plus sûrement encore un développement du mouvement, suffisant pour la rendre avantageuse à tous, si elle était accompagnée d'une différence de prix, à réaliser par la réduction de l'impôt ou autrement, correspondant à la différence de vitesse.

Cette différence existe dans tous les pays qui sont entrés plus ou moins largement dans cette voie (surtaxe de 10 % en Italie, de 15 % en Russie, de 20 % en Autriche et en Hongrie).

Eminemment rationnelle pour toutes les classes, la surtaxe existe en fait pour la 1^{re}, parce que les voyageurs de cette classe ne voyagent pour ainsi dire pas dans les trains omnibus ; son absence pour la 2^{me} et surtout pour la 3^{me} classe est sans doute le motif le plus puissant qui a empêché jusqu'ici ou qui empêchera encore les pays où elle n'existe pas de donner à cette innovation le développement qu'il serait à tous égards désirable de lui donner.

QUESTION XXIII. — Renseignements techniques de la 4^e section.

« Examen des formulaires de renseignements techniques à recueillir en vue d'une nouvelle session du Congrès sur :

» A. La valeur conventionnelle des diverses unités de transport ;

» B. Le prix de revient des unités de transport ;

» C. Le coefficient d'exploitation. »

Rapporteur : M. Amiot, Ingénieur en chef au chemin de fer français de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

CINQUIÈME SECTION. — CHEMINS DE FER SECONDAIRES

QUESTION XXIV. — Wagons à marchandises des chemins de fer secondaires.

« Quelle est la charge utile dont doivent être capables les wagons à marchandises des chemins de fer secondaires ? »

Rapporteur : M. G. Mestret, Ingénieur en chef de la Société française des Chemins de fer économiques du Nord.

CONCLUSION DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — Il y a lieu de recommander, pour les chemins de fer secondaires, l'emploi de wagons à marchandises dont la charge utile se rapproche de celle des grandes lignes auxquels ils se raccordent, en se maintenant pour la charge par essieu dans la limite de celle des essieux des locomotives.

QUESTION XXV. — Traction des chemins de fer secondaires.

« A. Quel est le meilleur emploi, dans les chemins de fer secondaires, des principaux moteurs et modes de traction spéciaux (moteurs électriques, à air comprimé, à eau chaude, à soude, à gaz ; systèmes de traction à crémaillère, à câble continu, etc.) ? »

» B. Lequel de ces systèmes se recommande particulièrement pour les chemins de fer à forte rampe et par quelles raisons ? »

Rapporteur : M. G. Michelet, administrateur de la Société belge des Chemins de fer secondaires.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — 1° Les accumulateurs électriques peuvent être employés plus spécialement sur des lignes à faibles pentes, desservies par des voitures automotrices ; ils ne sont pas, en l'état actuel, suffisants dans les cas où un effort de traction important est nécessaire.

2° La traction électrique par envoi de courants peut s'appliquer à toutes les exploitations ou, comme dans les villes, dans les longs souterrains, d'autres moyens de traction présentent de sérieux inconvénients.

3° Les moteurs sans foyer (eau chaude ou air comprimé) se substituent à la locomotive dans les mêmes conditions que la traction électrique par envoi de courant, lorsque la longueur des trajets ou l'intensité des efforts n'y mettent pas d'obstacle.

4° Les voitures à vapeur avec foyer trouvent leur application dans l'exploitation des lignes secondaires à faible trafic ; la longueur de ces lignes ne présente aucun obstacle à l'emploi de ce système.

5° Sur les lignes à très fortes rampes, exigeant une adhérence artificielle,

la crémaillère paraît en général l'emporter, si l'on tient compte, non seulement des dépenses d'exploitation, mais encore des frais d'établissement.

6° Enfin, le système funiculaire à mouvement alternatif n'est applicable que pour des lignes d'une longueur limitée, et paraît surtout recommandable lorsque la puissance motrice peut être fournie par une force naturelle.

QUESTION XXVI. — Transbordement des marchandises.

« Quels sont les derniers résultats des essais des divers systèmes de transbordement des marchandises entre les lignes d'écartements différents (dispositifs à fosses, caisses mobiles et wagons-trucks) ? »

Rapporteur : M. E. Level, Directeur de la Société générale française des Chemins de fer économiques.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — 1° Certains cas spéciaux peuvent justifier, soit au point de vue de la réduction de la dépense, soit au point de vue de la diminution des avaries, l'établissement d'installations spéciales de transbordement, par exemple, s'il s'agit de l'exploitation de mines, charbonnages, etc., raccordés par des lignes à petite section aux grandes voies ferrées, ou d'autres circonstances analogues.

2° Mais en dehors de ces cas exceptionnels, il convient de recommander en règle générale les moyens les plus ordinaires et les plus simples de transbordement de wagon à wagon sur des voies placées au même niveau.

Le prix très peu élevé auquel on parvient à effectuer la manutention des marchandises dans ces conditions ne justifiera que très rarement la dépense et les inconvénients d'installations spéciales ou l'emploi de dispositifs particuliers : fosses ou estacades, caisses mobiles, wagons-trucks.

3° Le seul système qui paraît pouvoir être employé utilement, parce qu'il est simple et qu'il n'occasionne pas une grande dépense, c'est celui qui consiste à relever la voie à petite section, de manière que le plancher des wagons se trouve au même niveau que celui des wagons de la grande ligne.

Dans certains cas, on pourra améliorer ainsi à peu de frais les conditions du transbordement des marchandises, de la petite sur la grande ligne.

Si l'on a un intérêt sérieux à le faire, par suite de l'importance des marchandises amenées à la grande ligne, on pourra même élever davantage la petite ligne au moyen d'un quai.

4° L'expérience des quatre dernières années confirme pleinement l'opinion exprimée par le Congrès de Bruxelles, que le transbordement n'est nullement un obstacle au développement des lignes à petite section et aux grands services qu'elles peuvent rendre.

QUESTION XXVII. — Affermage de l'exploitation des chemins de fer secondaires.

« A. Convient-il que l'exploitant fournisse ou ne fournisse pas le matériel roulant ? Dans le premier cas, comment tenir compte de cet élément et déterminer la rémunération qui lui revient ? »

» B. Quel est le meilleur système de contrat à passer entre le cessionnaire de la ligne et le fermier d'exploitation ? »

Rapporteur : M. C. de Burlet, directeur général de la Société nationale belge des chemins de fer vicinaux.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — Sans se prononcer sur le mérite du système d'affermage de l'exploitation des chemins de fer économiques, l'Assemblée pense :

A. Que, sauf dans certains cas spéciaux, il convient généralement que l'exploitant fournisse le matériel roulant ; dans ce cas, la rémunération à allouer à l'exploitant doit comprendre l'intérêt et l'amortissement du capital affecté à l'achat du matériel ;

B. Que l'expérience ne permet pas, jusqu'à présent, de déterminer le meilleur système de contrat à passer entre le concessionnaire de la ligne et le fermier de l'exploitation.

Le contrat doit tendre à faire réellement du propriétaire et de l'exploitant de la ligne deux associés intéressés l'un et l'autre à l'augmentation continue des recettes.

QUESTION XXVIII. — Chemins de fer sur routes ou tramways à vapeur.

« Quelles sont les conditions techniques d'établissement et les conditions d'exploitation des chemins de fer sur routes ou tramways à vapeur ? »

» Quelles sont les dispositions législatives qui les concernent et la réglementation à laquelle ils sont soumis dans les différents pays ? »

Rapporteur : M. O. Bignami, directeur du chemin de fer italien Torino-Cirié-Lanzo.

CONCLUSIONS DE L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE. — 1° Il conviendrait d'abandonner la dénomination de *tramways à vapeur* appliquée jusqu'à ce jour aux chemins de fer établis sur routes, le vocable *tramways* devant être réservé aux lignes qui ne font qu'un service urbain ou suburbain, avec traction par chevaux ou autre moteur.

La dénomination de chemins de fer économiques devrait être substituée à celle de *tramways à vapeur* pour toutes les lignes ferrées établies sur route, en tout ou en partie, et destinées à relier plusieurs centres de population.

2° La construction des chemins de fer économiques tendant à prendre de plus en plus d'extension et à rendre aux populations les plus grands services, le Congrès appelle l'attention des Gouvernements sur l'importance qu'il y aurait à adopter une réglementation aussi libérale que possible en ce qui concerne les conditions et les charges de concessions.

3° La construction d'un chemin de fer économique devrait être partout considérée comme un travail d'utilité publique et, à ce titre, favorisée quand ce sera nécessaire par les lois qui réglementent l'expropriation forcée.

4° Il conviendrait d'adopter, pour l'établissement des voies des chemins de fer économiques, toutes les simplifications de construction compatibles avec la sécurité de l'exploitation et du roulage ordinaire.

Il y a lieu de recommander la suppression du rail à gorge chaque fois qu'on pourra le faire sans compromettre les bonnes conditions de viabilité des chaussées, et notamment lorsqu'il sera possible d'empierrer l'intérieur de la voie.

5° Si la largeur de la route le permet, il peut être utile que la voie du chemin de fer soit surbaissée ou séparée de la partie destinée au roulage ordinaire, les moyens employés pour atteindre ce but pouvant d'ailleurs varier suivant les cas, mais devant toujours conserver ce double caractère : économie dans l'établissement et facilité d'entretien.

6° La composition des trains et la vitesse doivent être déterminées en tenant compte des conditions du tracé et des moyens de traction dont dispose le concessionnaire.

7° À l'exception de cas tout à fait spéciaux, le gardiennage à poste fixe ne doit pas être imposé le long de lignes de chemins de fer économiques, ni le pilotage des trains, dans les traversées des agglomérations.

CORRESPONDANCE

UTILISATION DE LA GRAVITÉ PENDANT LA DESCENTE DES TRAINS
sur les chemins de fer à fortes rampes.A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

Le principe que nous signalons n'est pas nouveau, car il est déjà en pratique, notamment dans de petits chemins de fer, dans les mines et sur les plans inclinés à traction funiculaire avec contrepoids d'eau ; mais ces cas particuliers ne peuvent guère se grouper dans une solution générale applicable à un chemin de fer ayant un trafic commercial tant soit peu développé : ils ont des inconvénients qui écartent de cette solution toute ligne importante, avec des courbes et un tracé ou profil accidenté. Cependant, un calcul bien simple montre combien l'utilisation de la gravité est avantageuse sur les fortes inclinaisons ; en effet, pour une pente de 40 ‰, 60 ‰ ou 200 ‰, le travail disponible en descente est respectivement 62, 73, 91 % de celui qui est nécessaire à la remontée du même train sur la même inclinaison et avec la même vitesse. Plus les rampes sont fortes, plus il y a d'avantage dans l'utilisation de la gravité ; mais il y a aussi un bénéfice notable avec des pentes modérées de 15 à 20 ‰, pourvu que le trafic en descente donne un tonnage moyen supérieur à celui en remontée, cas qui se présente dans bien des chemins de fer de montagne. Dans ces conditions, une ligne ayant les pentes indiquées ci-dessus, peut utiliser la gravité aussi bien qu'une ligne ayant des pentes trois à quatre fois plus fortes.

L'air comprimé à des pressions de 30 à 33 kilogr. par centimètre carré donne un moyen de résoudre le problème.

Plusieurs systèmes de traction par l'air comprimé ont été proposés. Parmi les plus hardis, on remarque celui du colonel E. Beaumont ; dans les locomotives qu'il propose, l'air se détend depuis une pression de 1 000 livres par pouce carré, dans un moteur à six cylindres. D'autres systèmes analogues en différent, soit par la pression initiale, soit par la détente ou le réchauffement de l'air. Sur le continent, les machines de M. Mekarski paraissent donner des résultats économiques pour la traction des tramways.

En résumé, l'air comprimé s'emploie de plus en plus dans les constructions et les industries mécaniques, et bien des préjugés se sont effacés devant les faits et les progrès réalisés dans son emploi pour la construction des compresseurs et des moteurs.

La machine, dans ce système, se compose d'un châssis ordinaire avec boîtes à graisse, essieux, etc., comme dans toute autre locomotive à vapeur ; ensuite viennent plusieurs réservoirs en tôle d'acier d'une contenance suffisante pour un certain parcours, tout en ayant une grande légèreté et une grande résistance ; finalement intervient un appareil *compound* à trois cylindres, celui du milieu à haute pression, et les cylindres latéraux extérieurs aux bords égaux entre eux, mais à basse pression. Ces cylindres ont une particularité essentielle dans leur construction, grâce à laquelle ils peuvent développer un travail moteur par la pression de l'air comprimé venant des réservoirs ; ou bien, selon la commande, ils peuvent se prêter à comprimer l'air aspiré à l'extérieur par le mouvement de la machine, et le refouler dans les réservoirs à une pression élevée suivant une double compression.

La réduction des espaces nuisibles, la construction des tiroirs cylindriques équilibrés, la possibilité d'injecter de la vapeur pour le réchauffement, en cas de besoin, pendant la détente de l'air, ou de l'eau froide pour le rafraîchissement pendant la compression, enfin le type et le réglage de la distribution, permettent de réaliser un rendement élevé, non seulement pendant la période motrice, mais aussi pendant le travail en compression.

Un petit réservoir en forme tubulaire chargé, au départ, d'eau chaude à 150°, peut donner autant de vapeur qu'il en faut pour le réchauffage de l'air dans les cylindres extérieurs, tout en conservant l'action de la contre-vapeur telle que l'a indiquée M. Le Chatelier. Un autre petit réservoir tubulaire est rempli d'eau froide qui peut être injectée dans les cylindres extérieurs pendant la compression, pour empêcher un échauffement excessif de l'air ; de sorte que celui-ci travaille dans des limites de température pratiques.

L'air humide et comprimé dans les réservoirs peut, étant appelé à développer un travail moteur, absorber la chaleur de l'eau en suspension, chaleur que celle-ci lui avait précédemment enlevée pendant la compression.

La loi de détente et de compression peut ainsi se placer comme intermédiaire entre celle de Poisson et celle de Mariotte (gaz permanents), et le réchauffement de l'air pendant la détente n'est presque pas nécessaire.

Le système est indépendant du moyen d'adhérence choisi, qu'il s'agisse de l'adhérence naturelle, ou par roue dentée avec crémaillère, ou de la transmission funiculaire. Dans ce dernier cas, il suffit de rendre la machine fixe dans la station de charge inférieure et de la mettre en rapport avec le câble de la transmission.

Ce système se prête aussi, non seulement à l'utilisation directe de la gravité, mais encore à celle des forces hydrauliques naturelles de la région traversée, pour le fonctionnement des compresseurs dans la station de charge. Les nombreuses réparations et manutentions des chaudières, telles que lavages, rechange des tubes, des plaques, des foyers, etc., etc., sont supprimées ; on peut aussi supprimer le chauffeur de la locomotive ; avec l'élimination de l'usage des freins, on peut réduire le personnel et les dépenses d'entretien des blocs, des bandages, des rails, d'entretien en général du matériel.

A côté de ces avantages, l'emploi de l'air comprimé présente bien,

il est vrai, une plus forte dépense pour la première installation, en ce qui concerne les stations de charge surtout, si l'on veut le comparer avec le service à vapeur ; mais, en premier lieu, cette dépense se confond avec celle beaucoup plus grande de premier établissement de la ligne et avec celle de sa construction ; en second lieu, elle peut aussi se réduire notablement, car on peut abréger le développement de la ligne par l'adoption des plus fortes rampes, qui présentent des conditions de traction beaucoup plus économiques par l'utilisation de la gravité.

Nous croyons, en résumé, que le système que nous signalons présente une somme d'avantages qui doit frapper l'attention des personnes au courant de la traction sur les chemins de fer à fortes rampes, et les intéresser à ses applications.

Recevez, etc.

PIETRO OPPIZZI,
Ingénieur, à Milan (Italie).

NÉCROLOGIE

M. EUGÈNE PÉLIGOT

Né à Paris le 24 février 1811, Eugène Melchior Péligot, après de sérieuses études au lycée Henri IV, entra comme élève, au mois de septembre 1829, à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, qui venait d'être fondée.

Des raisons de famille l'obligèrent à quitter l'Ecole au bout de deux ans ; mais, sous l'influence des incomparables leçons de J.-B. Dumas, d'illustre mémoire, l'un des fondateurs de notre chère Ecole, sa vocation s'était nettement révélée. Il résolut de se vouer exclusivement à l'étude de la chimie, et Dumas l'admit dans son laboratoire, ce foyer d'activité scientifique, d'où est sortie toute une pléiade de savants illustres et de professeurs éminents.

Mis rapidement au courant des connaissances chimiques, il fut bientôt en état d'entreprendre des travaux originaux. Le premier mémoire qu'il présenta à l'Académie des sciences fit connaître le bichromate de chlorure de potassium.

Dès 1835, Dumas le choisit pour collaborer avec lui à l'étude de l'alcool méthylique et de ses principaux dérivés. On sait que ce travail est classé parmi les recherches les plus remarquables de chimie organique.

Parmi les nombreux mémoires que M. Péligot a publiés en chimie minérale, je citerai ceux relatifs à l'étude des sels de chrome, de l'uranium et de ses principaux sels ; tous ces remarquables travaux lui ouvrirent, en 1852, les portes de l'Institut. Il fut nommé membre de l'Académie des sciences dans la section d'économie rurale.

Par un sentiment de haute convenance, et probablement aussi par penchant naturel, M. Péligot entreprit, à partir de cette époque, des travaux importants dans le domaine de la chimie agricole. On connaît ses belles recherches sur l'analyse des eaux naturelles, sur les engrais, sur la maladie des vers à soie. Ses travaux sur les combinaisons du sucre ordinaire avec les bases, et spécialement avec la chaux et avec la baryte, ont permis de faire reposer sur des données certaines les procédés d'extraction du sucre de la betterave, et plus récemment l'extraction du sucre des mélasses, résidus de la fabrication normale. Il a rendu ainsi d'immenses services à l'une des industries agricoles les plus importantes de notre pays.

Je n'entreprendrai pas d'exposer ici l'œuvre scientifique complète de M. Péligot : elle est considérable. Je m'attacherai seulement à rappeler le rôle qu'il a joué dans l'enseignement de la chimie, particulièrement à l'Ecole Centrale.

En 1834, le conseil de l'Ecole confiait à M. Péligot la répétition du cours de chimie générale que professait Dumas.

Deux ans plus tard, c'est-à-dire à l'âge de 23 ans, M. Péligot devenait titulaire de cette chaire, qu'il conserva jusqu'en 1843. Il était déjà répétiteur de chimie générale à l'Ecole Polytechnique.

Par suite de modifications dans la répartition des divers cours de chimie, il fut alors chargé de professer la chimie analytique à l'Ecole Centrale, et il resta titulaire de cette chaire jusqu'au mois de septembre 1873.

M. Péligot fit également, pendant quelques années, des leçons sur la verrerie, qui furent suivies avec le plus grand intérêt par les élèves de l'Ecole, et qu'il résuma plus tard en un volume intitulé *Le Verre*, constituant un document très précieux sur cette remarquable industrie.

Pénétré des sujets qu'il devait enseigner, M. Péligot professait avec assurance, avec méthode, et avec une parfaite clarté d'exposition. Les trente générations d'ingénieurs qui, comme moi, ont suivi ses leçons d'analyse chimique à l'Ecole Centrale, ont écouté ce maître avec le respect qu'inspire une science profonde.

En 1873, M. Péligot, qui, membre de l'Institut depuis 1852, était secrétaire du conseil de la Société d'encouragement depuis 1836, membre du Conseil d'hygiène et de salubrité, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Institut agronomique, essayeur en chef à la Monnaie, commença à sentir ses forces le trahir. Il dut songer sérieusement à sa santé et abandonner cette chaire d'analyse qu'il avait si brillamment occupée à l'Ecole Centrale pendant trente années. Deux ans après, le 5 février 1875, M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie le nomma membre du Conseil de perfectionnement de l'Ecole, où il siégea jusqu'au mois de mai 1887.

Pendant cette période de douze années, il prêta à l'Ecole un concours aussi dévoué qu'éclairé.

M. Péligot a appartenu pendant cinquante-trois ans à l'Ecole Centrale ; il a dépensé pour elle une partie importante de sa grande

activité et de ses talents de professeur; aussi laissera-t-il parmi tous ses collègues et parmi ses anciens élèves un souvenir ineffaçable.

Comme couronnement de sa belle carrière, M. Péligré avait été, en 1885, promu au grade de grand-officier de la Légion d'honneur.

Cédant peu à peu à la fatigue et à la maladie qui devait l'emporter, M. Péligré avait dû abandonner successivement la chaire d'analyse à l'Ecole Centrale, puis la direction des essais à la Monnaie; il y a deux ans, il se faisait suppléer au Conservatoire et à l'Institut agronomique; et, l'année dernière seulement, il abandonnait définitivement la chaire du Conservatoire, qu'il occupait depuis 1841.

Enfin, il pria à la même époque le conseil de la Société d'Encouragement d'accepter sa démission de secrétaire. Le Conseil, pour lui donner un éclatant témoignage de sa haute estime et de sa sympathie, le proclama secrétaire honoraire de la Société, dont il faisait partie depuis cinquante-quatre ans.

C'est donc dégagé de toutes fonctions actives, entouré du respect et de la sympathie de tous, que M. Péligré a terminé sa carrière, succombant à la maladie qui le minait depuis longtemps. Il s'est éteint le 15 avril dans sa soixante-dix-neuvième année; ses obsèques ont eu lieu le 18 avril, en l'église Saint-Germain-des-Prés, au milieu d'un grand concours de ses anciens élèves et de notabilités scientifiques et industrielles.

La science perd en M. Péligré un savant aimable et bienveillant, dont les travaux sont admirés du monde entier; l'enseignement, un de ses professeurs les plus autorisés; l'Ecole Centrale, un maître dont elle gardera un souvenir ineffaçable.

C. VINCENT,

Membre du Conseil de perfectionnement
de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

LE COLONEL SOLIGNAC

Ancien Directeur de l'Ecole Centrale.

Les anciens Elèves de l'Ecole Centrale viennent d'apprendre avec

une profonde émotion la mort de M. le colonel Solignac, qui, pendant seize ans, de 1866 à 1882, s'est consacré à la prospérité de leur Ecole. M. Solignac entra à l'Ecole Centrale en qualité de sous-directeur, M. Perdonnet étant directeur. A la mort de M. Pétiet, en 1871, M. Solignac exerça les fonctions de directeur de l'Ecole Centrale, qu'il n'abandonna qu'en 1882. J.-B. Dumas et le colonel Solignac firent les premiers efforts qui eurent pour résultat final la construction de la nouvelle Ecole Centrale.

M. Solignac joignait à une grande intelligence beaucoup de bonté et de délicatesse. Sa conversation était instructive et pleine de finesse, parce qu'il avait une profonde connaissance des hommes et des choses. Cette connaissance, il la puisait dans les événements de la vie et dans de nombreuses lectures, dont les moindres détails étaient fixés par sa mémoire extraordinaire.

Les faits abondent qui font l'éloge de son esprit et de son cœur. Tous ceux qui l'ont connu n'en parlent qu'avec respect et reconnaissance. Le colonel Solignac conservait le souvenir du nom, des études, des travaux de tous ces jeunes hommes qu'il avait conseillés, soutenus, aidés, pendant leur passage à l'Ecole, et qu'il n'avait pas abandonnés au début de leur carrière. Avec quel plaisir il parlait d'eux! Avec quelle sympathie il mettait leurs qualités en relief! C'est avec une sorte d'admiration qu'il citait les traits de force morale, d'énergie, de ceux de ces jeunes gens qui, dès l'Ecole même, étaient aux prises avec les luttes de la vie. Le colonel n'oubliait qu'une chose: les services qu'il rendait; mais ce que tous ceux qu'il a obligés ne pourront oublier, c'est la bonne grâce avec laquelle il obligeait.

M. Solignac avait toute l'élévation d'idées et de caractère dont l'exemple forme la jeunesse; et ceux qui ont entendu ses conseils, ceux qui ont reçu les preuves de sa paternelle bonté conserveront de lui le souvenir le plus respectueux et le plus affectueux.

A. GOUILLY,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

INFORMATIONS

Nouveau graisseur mécanique à débit réglable et niveau visible.

La construction du nouveau graisseur mécanique à piston de MM. Schaeffer et Budenberg, que nous décrivons, ressort de la figure 1 ci-jointe, qui le montre en coupe. Le fonctionnement en est très simple et absolument sûr.

Voici comment il s'opère :

Après avoir rempli d'huile le vase cylindrique en verre, on place la poignée du robinet à trois voies que l'on aperçoit au bas du dessin de façon que le mot « remplissage » soit visible; on recule ensuite le guide pour dégager la tige du piston que l'on remonte, en tournant le grand volant à gauche jusqu'au moment où l'on sent la butée du piston contre le haut du cylindre; ce dernier est alors rempli. On replace le guide dans la rainure de la tige du piston et, après avoir mis la poignée du robinet dans la position « graissage », on relie le

grande clapet. Il présente d'ailleurs un certain nombre d'avantages qui sont utiles à signaler, entre autres :

- La suppression de tout presse-étoupe et garniture;
- La possibilité de remplir pendant la marche;
- L'interruption du graissage dès l'arrêt de la machine;
- La simplicité des manipulations de mise en marche et d'arrêt;

Enfin la facilité de fournir immédiatement une grande quantité d'huile à la machine par le simple recul du guide. Dès que le piston arrive à bout de course, il se dégage automatiquement. Le débit se règle facilement en donnant plus ou moins de course au levier du cliquet.

Au lieu de cliquet, le fonctionnement de l'appareil peut se faire par l'intermédiaire d'une roue à rochet ou d'un galet de friction; dans ce dernier cas, le fonctionnement a l'avantage de s'opérer sans bruit. On peut aussi annexer utilement au graisseur un compte-gouttes.

La translation de l'Ecole Polytechnique à Saint-Cloud.

Il a beaucoup été parlé, dans ces derniers temps, des améliorations à apporter à l'installation de l'Ecole Polytechnique et, au nombre des solutions proposées, la translation à Saint-Cloud, sur l'emplacement des ruines de l'ancien château, a réuni de nombreux partisans. Pour peu que l'on réfléchisse, en effet, à l'importance des intérêts commerciaux que met en jeu, pour une petite ville, l'importation d'un pareil centre d'activité, on comprend facilement l'ardeur avec laquelle une semblable mesure peut être préconisée. Ce sont précisément ces intérêts qu'il importerait de laisser de côté dans l'examen impartial d'une question aussi grave, pour ne tenir compte que de deux facteurs : l'hygiène d'abord, la dépense ensuite.

De nombreuses communications ont été à ce sujet adressées aux journaux; les éléments d'une discussion solide manquent encore, parce qu'il n'a été pris pour base que des chiffres que l'on serait tenté de qualifier de fantaisistes en constatant leurs divergences. Mais les plans s'exécutent, les devis rigoureux s'établissent, et, dès la rentrée des Chambres, le Parlement sera saisi de la question en toute connaissance de cause.

Le *Génie Civil* n'attendra pas cette discussion pour mettre les pièces du procès sous les yeux de ses lecteurs, et se réserve de leur présenter sous peu un tableau précis des solutions en présence.

R. A.

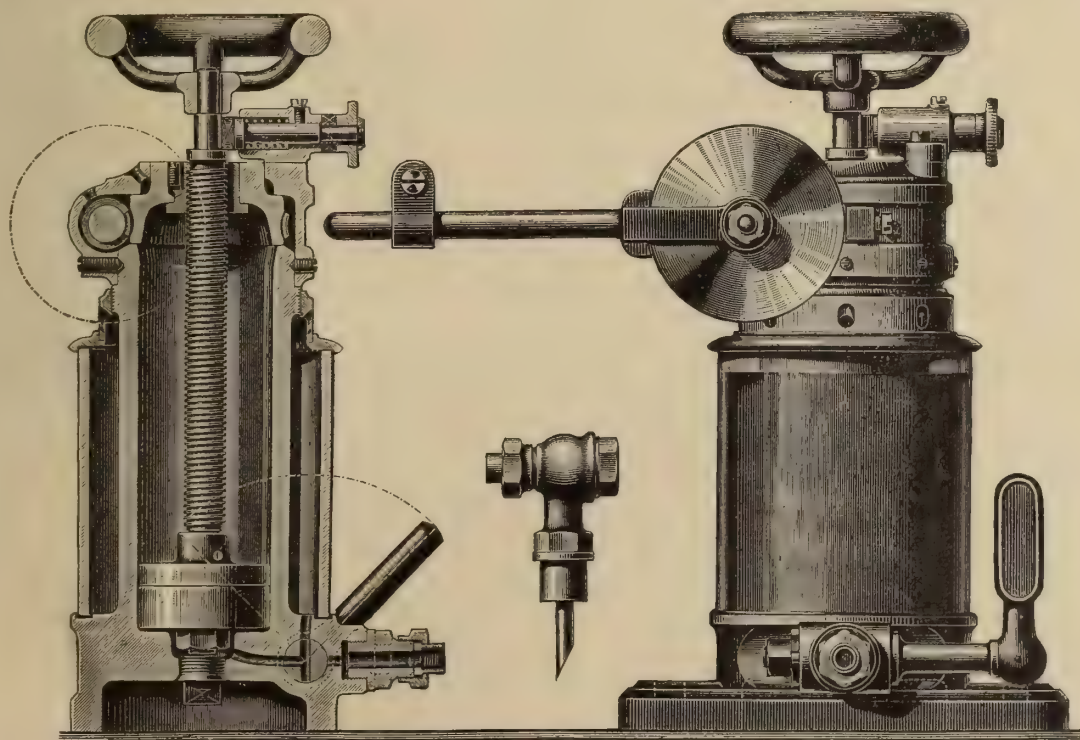


FIG. 1. — Graisseur mécanique à débit réglable et niveau visible.

levier du cliquet au mouvement de la machine, et le graissage se fait immédiatement.

Le fonctionnement de ce graisseur est certain et s'effectue avec une

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 21 mars 1890.

Présidence de M. P. BUQUET, vice-président.

Les défauts du verre et les moyens de les reconnaître. — Communication de M. L. APPERT.

M. L. Appert présente une étude sur les défauts du verre et les moyens de les reconnaître. Ces défauts sont désignés sous les noms de *bouillons*, *points*, *crachats*, *pierres*, *grains*, *granulations*, *larve* ou *schlague*.

L'auteur indique les conditions dans lesquelles se produisent ces défauts, ainsi que les moyens de les reconnaître, de les analyser et d'en empêcher la reproduction. Il résume les études microscopiques auxquelles il a eu recours, dans ce but, de concert avec M. Fouqué, professeur au Collège de France, et d'après les méthodes indiquées par MM. Sorby, minéralogiste anglais, Zirkel, de Heidelberg, Rosenbach, de Leipzig, Fouqué et Michel Lévy. Il décrit enfin les phénomènes de dévitrification du verre, étudiés par MM. J.-B. Dumas, Pelouze et Pélégot.

M. Appert montre tout le parti qui peut être tiré, en vue des conditions pratiques de la fabrication, de ces recherches tout d'abord purement théoriques.

Résistance des matériaux. — Essai de méthode élémentaire commune aux ponts rigides et aux ponts articulés. — Communication de M. N. DE TEDESCO.

M. de Tedesco établit une série de formules relatives à la résistance et à la déformation des poutres articulées, et examine ce que deviennent ces formules pour un nombre infini d'éléments infiniment petits. On retrouve ainsi les expressions correspondantes relatives aux poutres rigides, telles qu'elles sont données par l'analyse et le calcul intégral.

Le tirage forcé. — M. Michel PERRET présente quelques observations relatives aux communications sur le tirage forcé faites, dans la dernière séance, par MM. M. Demoulin et Claudius Jouffray.

M. A. Lencauchez et MM. Goguel, Diehl et Ci^a, de Sainte-Marie-aux-Mines, ces derniers par correspondance, développent également quelques observations pratiques et théoriques complémentaires.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 31 mars 1890.

Physique. — Les lois du recuit et leurs conséquences au point de vue des propriétés mécaniques des métaux. Note de M. André LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

Dans une communication antérieure, M. Le Chatelier a signalé ce fait, que tout métal, à partir d'une certaine température, peut s'allonger jusqu'à rupture sous l'action de charges constantes, la vitesse d'allongement croissant avec la grandeur de la charge. Il a désigné ce phénomène sous le nom d'allongement par recuit, l'attribuant à l'effet du recuit qui détruit l'écroutissage au fur et à mesure de sa production.

L'auteur a poursuivi ses recherches et a reconnu que l'allongement par recuit est un fait beaucoup plus général qu'il ne l'avait d'abord supposé, et qu'il se produit pour tous les métaux, à toutes les températures, sous l'influence, non seulement des charges suffisant à provoquer la rupture, mais de toutes celles qui donnent lieu à une déformation permanente.

Toutes les variations, soit avec le temps, soit avec la température, des propriétés mécaniques des métaux doivent être des conséquences immédiates des lois qui régissent le recuit. En étudiant ces lois, l'auteur a été conduit aux énoncés suivants, dans lesquels l'état d'écroutissage d'un métal est défini par sa limite élastique et sa résistance à la rupture mesurée à la température ordinaire :

1° A une même température, la valeur de l'écroutissage va constamment en décroissant sous l'influence du recuit, en tendant vers une valeur limite déterminée, avec une vitesse qui peut être très grande au début du recuit et devient de plus en plus faible à mesure qu'elle se rapproche de sa limite;

2° La valeur limite de l'écroutissage, après un recuit prolongé à une température donnée, est d'autant plus faible que cette température est elle-même plus élevée;

3° La valeur limite à laquelle l'écroutissage est ramené par un recuit prolongé à une température donnée, croît avec sa valeur initiale avant recuit, mais croît moins rapidement.

L'auteur présente à l'appui de ces énoncés des ta-

bleaux relatant les essais qu'il a faits, puis discutant ces lois, il arrive aux conséquences suivantes :

1° A une même température, un métal se déforme sous l'action d'une charge donnée, avec une vitesse constamment décroissante et en tendant vers un état d'équilibre déterminé.

La grandeur des déformations, correspondant aux différents états d'équilibre, croît plus vite que celle des charges qui les ont produites.

La charge de rupture obtenue dans un essai de traction à vitesse de mise en charge constante va en croissant avec cette vitesse. Dans les mêmes conditions, une même charge donne lieu à des allongements qui diminuent quand la vitesse de traction augmente.

Les déformations produites par des chocs de même intensité sont d'autant plus faibles que la vitesse du choc est plus grande.

2° Quand la température augmente, toutes choses égales d'ailleurs, les déformations produites par une même charge vont en croissant; les résistances à la rupture vont en décroissant.

Toutes ces conclusions sont vérifiées par l'expérience.

Chimie. — 1° Action de l'hyposulfite de soude sur les sels d'argent. Note de M. J. FOGH.

La décomposition du nitrate d'argent par l'hyposulfite de soude est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable. Opérée avec les sels dissous chacun dans 2 litres par équivalent, elle dégage, vers 15°, 23 calories. Or, d'après le calcul théorique, cette réaction dégagerait 22^{ca} 6. M. Fogh, pour expliquer cette différence, admet dans le mécanisme de la réaction deux phases successives : la phase primaire, comprenant la formation du nitrate de soude et d'hyposulfite d'argent; la phase secondaire, comprenant la décomposition de l'hyposulfite d'argent en sulfure et acide sulfurique. La transformation est trop rapide pour qu'on puisse déterminer, à l'aide du thermomètre, la quantité de chaleur correspondant à chacune des phases. On peut cependant l'évaluer en prenant pour chaleur de formation de l'hyposulfite d'argent par les éléments le nombre calculé par analogies de 52 calories. On trouve ainsi que la phase primaire dégagerait 2^{ca} 6, tandis que la phase secondaire dégagerait 20 calories. L'importance de cet effet thermique explique pourquoi l'hyposulfite d'argent se décompose entièrement, aussitôt après sa formation et sans l'intervention d'aucune énergie étrangère.

L'auteur envisage d'autres conclusions expérimentales à l'aide desquelles on peut rendre compte de l'action de l'hyposulfite de soude sur les sels halogénés d'argent.

2° Sur la préparation et sur quelques propriétés du fluorforme. Note de M. MESLANS.

M. Meslans prépare le fluorforme en mélangeant dans un petit ballon entouré d'eau glacée 2 parties d'iodoforme, 2 parties de fluorure d'argent et une partie de chloroforme. Le ballon est surmonté d'un serpentin en plomb refroidi à — 23° au moyen du chlorure de méthyle, et suivi d'un tube en U rempli de fluorure d'argent sec et chauffé à 100°. En élevant progressivement la température du ballon, on obtient un dégagement régulier de gaz. On le recueille dans des flacons en verre, sur le mercure qui n'est nullement attaqué.

Le gaz est débarrassé de la vapeur de chloroforme qu'il contient par un contact prolongé avec des morceaux de caoutchouc séchés à l'étuve, et d'une trace d'oxyde de carbone par le chlorure cuivreux chlorhydrique.

Le gaz obtenu dans ces conditions est incolore, brûle difficilement en donnant beaucoup d'acide fluorhydrique en en colorant la flamme en bleu. Son odeur agréable rappelle celle du chloroforme; il est peu soluble dans l'eau, dans le chloroforme et dans la benzine; l'alcool en dissout environ cinq fois son volume. La densité de ce corps gazeux varie suivant quatre déterminations différentes entre 2,48 et 2,53; sa densité théorique serait 2,44. Il se liquéfie à 20° sous la pression de 40 atmosphères; comprimé davantage, puis détendu, il se solidifie.

Electricité. — Recherches théoriques et expérimentales sur la bobine de Ruhmkorff. Note de M. R. COLLEY, présentée par M. Cornu.

Mécanique. — Sur la statique graphique des arcs élastiques. Note de M. BERTRAND DE FONT-VIOLANT, présentée par M. Maurice Lévy.

Dans son traité de statique graphique, M. Maurice Lévy a donné une théorie des arcs élastiques fondée sur des théorèmes qui peuvent, à volonté,

être développés analytiquement ou graphiquement.

Ces théorèmes reposent sur une hypothèse qui consiste à négliger les déformations de l'ordre de la tension longitudinale et de l'effort tranchant, devant celles généralement beaucoup plus importantes dues au moment fléchissant.

L'approximation qui résulte de cette hypothèse est d'ordinaire suffisante en pratique. Il est des cas cependant, notamment lorsqu'il s'agit d'arcs surbaissés, où les déformations dues à la tension longitudinale ont une importance telle qu'il est nécessaire d'en tenir compte dans les calculs et les épures. Aussi M. de Fontviolant a-t-il pensé qu'il y aurait intérêt, au double point de vue de la théorie et des applications, à rechercher si l'on ne pourrait pas par des modifications simples, introduire dans les théorèmes dont il s'agit les quantités actuellement négligées, tout en conservant à ces théorèmes leur forme d'ensemble qui se prête si bien aux développements graphiques.

L'auteur établit à cet effet, dans cette note, deux règles qui constituent la solution générale et complète de cette question; la première est relative à l'introduction de la tension longitudinale seule; la seconde, à l'introduction simultanée de la tension longitudinale et de l'effort tranchant.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'industrie nationale.

Séance du 28 mars 1890.

CARTE GÉOGRAPHIQUE. — M. Aimé Girard présente à la Société une carte géographique des chemins de fer de l'Europe récemment exécutée par MM. Isidore Leroy et ses fils. Cette carte, qui ne mesure pas moins de 5^m 17 sur 3^m 30, a été obtenue par les procédés ordinaires de l'impression à la planche. Elle comprend onze lés de 0^m 47 de large sur 3^m 30 de hauteur, qui, rapprochés verticalement et collés à la façon ordinaire du papier peint, couvrent une surface de 17 mètres carrés. Les raccords sont d'une précision absolue et ne peuvent être reconnus qu'avec peine. Enfin, elle peut se diviser; c'est ainsi que quatre lés, par exemple, suffisent à la confection d'une carte de France. La méthode de fabrication employée par MM. Leroy permet d'établir la carte totale à des prix analogues à ceux de papiers peints ordinaires.

G. P.

BIBLIOGRAPHIE

La soie au point de vue scientifique et industriel.

Le ver à soie. La sériciculture. Le dévidage des cocons. La soie, le moulage. Étude physique et chimique. Les soieries. Le tissage. La teinture. Documents statistiques, par Léo VIGNON, maître de conférences à la Faculté des Sciences, sous-directeur de l'École de chimie industrielle de Lyon. 81 figures intercalées dans le texte (Bibliothèque des connaissances utiles). J.-B. Baillié et fils, éditeurs, Paris 1890. — Prix : 4 francs.

L'industrie de la soie est française. A ce titre, nous signalerons l'ouvrage que M. Léo Vignon, sous-directeur de l'École de chimie industrielle de Lyon, fait paraître dans la collection de la *Bibliothèque des connaissances utiles*, sous le titre : *La Soie*.

L'introduction traite du cocon et de son origine. La première partie est consacrée aux fils de soie. Les soieries ou étoffes renfermant de la soie forment la deuxième partie. L'essai des soies, la fabrication des soieries, la teinture de la soie, le tissage, l'impression, les apprêts, l'art dans l'industrie des soieries forment autant de chapitres.

L'ouvrage se termine par des documents statistiques. De nombreuses figures, relatives à l'histoire naturelle du ver à soie et du cocon, à la filature, à la teinture, au tissage, à l'impression, aux apprêts, complètent ce livre utile dont la rédaction ne pouvait être confiée à un savant plus compétent.

Pour tous les articles non signés :

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

TOME XVI. — PREMIER SEMESTRE 1889-1890

AÉROSTATION		CÉRAMIQUE	
	Pages		Pages
Ballon dirigeable (un projet de). L'avisol.		Céramique (la). A. MOSTICKER (n° 16 et 17).	349, 364
G. BÉTHUYS (n° 6).	154	Muller (Emile), céramiste. CH. LAUTH (n° 10).	236
AGRICULTURE		CHEMINS DE FER	
Concours (le) agricole de Paris en 1890 (n° 15).	332	Chauffage des wagons. Le chauffage à la va-	
Concours de meunerie à Santiago (Chili) (n° 3).	72	peur des wagons de voyageurs (n° 16).	347
Conseil supérieur de l'Agriculture. Formation		Chemin de fer à crémaillère du Mont Pilate.	
de trois commissions pour l'étude des ques-		DANIEL BELLET (n° 12).	265
tions relatives à l'agriculture, en vue des		Chemin de fer de la Jungfrau (n° 18).	383
débats qui s'engageront devant les Chambres		Chemin de fer funiculaire de Montmartre	
au sujet du renouvellement des traités de		(n° 21).	479
commerce (n° 9).	218	Chemin de fer pour bateaux, de Chignecto	
Engrais de déchets de poissons (n° 12).	274	(n° 17).	367
Engrais (nouvel) pour la vigne (n° 24).	415	Chemin de fer transcaucasien (n° 4).	99
Industrie (l') du bois au Canada (n° 7).	175	Chemin de fer transsibérien (n° 17).	367
Laiterie. — Progrès de l'industrie de la laite-		Chemins de fer (congrès international des). Troi-	
rie en France. R. LEZÉ (n° 9).	215	sième session. Paris 14-23 septembre 1889	
Oasis. — Régime des eaux de l'oasis de Bis-		(n° 22, 24, 25 et 26).	437, 477, 492, 508
kra (Algérie) (n° 23).	449	Chemins de fer. (L'Exposition des). Aperçu gé-	
Production des vins français en 1889 (n° 17).	366	néral du matériel et des objets exposés dans	
Raisin de luxe. Une nouvelle industrie fran-		les classes 61 et 62. (Suite. V. tome XV,	
çaise : la culture artificielle du raisin de luxe		p. 459, 495, 534, 579, 615, 637.) M. COSS-	
dans le Nord. ALFRED RENOUARD (n° 24).	470	MANN (n° 1, 2, 3, 4 et 5).	23, 55, 84, 105, 144
ARCHITECTURE		Chemins de fer (les) au Mexique. JAMES GROS-	
Construction de l'hôpital de Giens (n° 2).	38	CLAUDE (n° 22 et 23).	433, 451
ART MILITAIRE		Comité consultatif des chemins de fer. Liste	
Chronique militaire. — Les grandes manœu-		des membres (n° 10).	240
vres. — La cavalerie au camp de Châlons.		Création d'un réseau de chemins de fer en	
ARISTIDE FAUCONNEAU (n° 10).	239	Chine (n° 2).	38
Obusiers rayés d'Armstrong (n° 26).	501	Expériences stratégiques de voies ferrées (n°	
BIBLIOGRAPHIE		24).	479
Alliages (les). — Trois leçons par M. le pro-		Gare (la) du chemin de fer des Moulineaux	
fesseur W. Chandler Roberts-Austen. Traduc-		(n° 8).	195
tion de G. Richard (n° 15).	336	Gravité (Utilisation de la) pendant la descente	
Analyse (sur l') capillaire et ses divers emplois,		des trains sur les chemins de fer à fortes	
par le Dr Friedrich Goppelsröder (n° 1).	28	rampes. (Correspondance). PIETRO OPPIZI	
Animaux (les) de la ferme, par E. Guyot (n°		(n° 26).	510
14).	320	Freins (les) continus à l'Exposition. (Planche	
Année (l') électrique, par Ph. Delahaye (n° 22).	448	XXII.) GEORGES LESOURD (n° 8, 9, 10, 13,	
Annuaire des chemins de fer pour 1890, par		14 et 15).	205, 230, 244, 297, 317, 333
E. Marchal (n° 25).	496	Locomotive (la) à voie étroite à l'Exposition.	
Annuaire des Mines, de la Métallurgie et de la		GÉRARD LAVERGNE (n° 12).	281
construction mécanique, fondé en 1876, par		Locomotive (nouvelle) compound Webb, du	
Ch. Jeanson. Edition de 1890 (n° 24).	480	London and North-Western Railway (n° 7).	172
Annuaire du Bureau des longitudes pour 1890		Locomotives compound chauffées au pétrole	
(n° 14).	320	(n° 21).	431
Annuaire spécial, commercial, maritime, sta-		Locomotives. Perfectionnements de détail dans	
tistique du port de Bordeaux (mai 1889), par		les locomotives (n° 18).	383
Ch. Haillecourt (n° 5).	148	Matériel (le) roulant des chemins de fer fran-	
Au pays des Cannibales. — Voyage d'explora-		çais. DANIEL BELLET (n° 3).	66
tion chez les indigènes de l'Australie orien-		Métropolitain (Projet de chemin de fer) pour	
tale, par le Dr Carl Lumholtz (n° 12).	284	Paris. A. FLAMANT (n° 1 et 2).	6, 30
Bibliothèque des Merveilles. — Le bronze. —		Prolongement de la ligne de Sceaux (n° 8).	195
Les couleurs. — Le désert. — Le toit du		Prolongement de la ligne des Moulineaux dans	
monde (n° 12).	284	Paris (n° 1).	11
Calcul des ponts métalliques à une ou plu-		Rails. Augmentation du poids des rails dans	
sieurs travées, par M. de Leber. Edition fran-		les longs tunnels de la ligne du Saint-Go-	
çaise par Charles Bricka (n° 7).	184	thard (n° 18).	383
Conférences sur la science et l'art industriel		Rails. Congrès international des chemins de fer.	
(n° 14).	320	Les rails d'acier. F. VALTON (n° 22).	437
Corso di Idraulica teorica e pratica, dal profes-		Service (nouveau) de trains sur la ligne d'Au-	
sore Masoni (n° 17).	368	teuil (n° 15).	332
		Suspension (nouvelle) pour voitures de chemins	
		de fer. (Planche XXIX.) FORIS (n° 14).	304
		Tickets (les) de chemins de fer en Hongrie (n° 6).	158
		Tramways. — Installation des tramways à trac-	

	Pages		Pages		Pages
tion par câble sans fin, de San-Francisco. J. AUSCHER (n° 4 et 5)	94, 125	Mouvement de la construction navale commerciale. (<i>Correspondance</i> .) A. MONTLAUR (n° 19)	398	sées. — Création d'un Ministère du Travail. G. LATOUCHE (n° 22)	446
Ventilation des wagons. HENRI MAMY (n° 22)	442			Projet de loi relatif à l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine. G. LATOUCHE (n° 8, 13, 15 et 19)	192, 291, 332, 397
Voie ferrée (la plus grande) en ligne droite (n° 2)	38	ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES		EXPOSITIONS	
Voie. Nouveau système de voie métallique. (<i>Planche XXXV</i>). G. PETIT (n° 20)	405	Liste, par ordre de mérite, des candidats admis à la suite du concours de 1889 (n° 1)	11	Commission supérieure des expositions internationales. — Décret présidentiel reconstituant cette Commission sur de nouvelles bases. — Rapport de M. Tirard. — Liste des membres de la Commission supérieure (n° 7)	174
Wagon de 50 tonnes de capacité (n° 16)	347	ÉLECTRICITÉ		Exposition (l') de 1892 aux États-Unis. (<i>Correspondance</i> .) G. MOREAU (n° 2)	35
Wagon-écurie de la Compagnie de l'Est, permettant le chargement par bout ou par côtés. (<i>Planche XXXIV</i>) (n° 19)	390	Application de l'électricité à l'éclairage et au transport de la force motrice dans les caves de MM. Chandon et C ^{ie} , successeurs de Moët et Chandon, à Épernay. (<i>Planches XXXVI et XXXVII</i> .) H. PORTEVIN (n° 21)	417	Exposition (l') de 1892 aux États-Unis. (<i>Correspondance</i> .) J. ROSSI (n° 3 et 6)	70, 156
CHIMIE INDUSTRIELLE		Autographe (l') électro-dynamique (n° 2)	37	Exposition de 1892 aux États-Unis. — Projet de tour colossale de M. de Graf Hinsdale (n° 3)	71
Brasserie (la) à l'Exposition. SCHIED TREHERNE (n° 19)	394	Câble sous-marin. Réparation du câble sous-marin de Rockport (n° 16)	347	— Projet de tour de 500 mètres de M. Judson (n° 4)	99
Congrès des brasseurs français. La fabrication de la bière. Conférence faite au Congrès des brasseurs français, le 14 octobre 1889. E. DUCLAUX (n° 4)	110	Éclairage (l') électrique à New-York. (<i>Correspondance</i> .) AUGUSTE-J. ROSSI (n° 6)	156	Expositions d'Edimbourg et de Kingston (n° 13)	294
Dévitrications des verres ordinaires du commerce (n° 19)	399	Éclairage (Projet d') électrique à Yokohama (n° 2)	38	Expositions de Vienne et d'Edimbourg (n° 14)	310
Dosage du soufre dans la houille (n° 20)	415	Installation hydro-électrique de M. Van Ryselbergue (n° 21)	431	Exposition des Sciences et des Arts industriels au Palais de l'Industrie, à Paris (n° 20)	415
Explosion (l') de la cartoucherie Corvilain, à Anvers. CH. TALANSIER (n° 25)	481	Notions (Premières) usuelles d'électricité. R. AUDRA (n° 8)	188	EXPOSITION UNIVERSELLE ET INTERNATIONALE DE 1889	
Poudres (les) sans fumée. P.-F. CHALON (n° 24 et 25)	467, 486	Téléphonie. Décret concernant les groupes téléphoniques (n° 16)	346	Aéronautique (l') à l'Exposition. GASTON TRISANDIER (n° 3)	83
Recherche des matières colorantes dans le beurre (n° 13)	294	Transmission de force par l'électricité, installée dans la mine de Comstock (n° 18)	383	Asphaltes. — Compagnie générale des Asphaltes de France. Monographie. G.-L. PESCE (n° 6)	159
Rectification continue des alcools. E. ROCA. (n° 8)	187	Usine municipale d'électricité des Halles. R. AUDRA (n° 5)	113	Boulet (J.) et C ^{ie} (Hermann-Lachapelle). Monographie. HENRI MAMY (n° 12)	275
Soude. — Perfectionnements dans la fabrication de la soude à l'ammoniaque (n° 13)	294	Usine municipale d'électricité des Halles centrales. Inauguration (n° 6)	158	Brasserie (la) à l'Exposition. SCHIED TREHERNE (n° 19)	394
Teinture. — Le l'instabilité des nouvelles couleurs en teinture. CH.-AUG. DECAUX (n° 11)	262	ÉTUDES ÉCONOMIQUES		Céramique (la). A. MOSTICKER (n° 16 et 17)	349, 364
COLONIES		Assurances (des). A. GIBON (n° 25)	491	Chemins de fer (L'Exposition des). Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62. (<i>Suite</i> . V. tome XV, p. 459, 495, 534, 579, 615, 637.) M. COSSMANN (n° 1, 2, 3, 4 et 5)	23, 55, 81, 105, 144
Oasis. — Régime des eaux de l'oasis de Biskra (Algérie) (n° 23)	449	Étrangers (les) en France, et les lois restrictives de l'immigration étrangère. DANIEL BELLET (n° 24 et 25)	473, 489	<i>Chronique de l'Exposition :</i> Adresse des Comités au Président de la République (n° 5)	147
COMMERCE		Grèves (les). — Renseignements statistiques. DANIEL BELLET (n° 9)	216	Affectation des bâtiments du Champ de Mars (n° 5)	147
Commerce (le) de la France pendant l'année 1889 (n° 13)	294	Législation (la) internationale du travail (n° 22)	444	Après la clôture (n° 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 et 14). 58, 87, 111, 147, 167, 183, 207, 247, 263, 319	111
Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie. — Séance d'ouverture du 12 décembre 1889 (n° 8)	194	Responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail. (<i>Correspondance</i> .) FRÉDÉRIC BLOCH (n° 18)	382	Clôture de l'Exposition (n° 1)	27
Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie. — Texte du questionnaire élaboré par la Commission (n° 9)	218	Société française des habitations à bon marché. Séance du 2 février 1890, à l'Hôtel Continental. A. GIBON (n° 16)	344	Conservation (la) des palais du Champ de Mars (n° 10, 22 et 23)	247, 447, 463
CONFÉRENCES		Statistique (la) graphique. MAX DE NANSOUTY (n° 11)	255	Dernière journée de l'Exposition (n° 2)	58
Conférence au Conservatoire des Arts et Métiers, sur l'Hygiène de l'adolescence (n° 11)	259	Traité de commerce (la question des) ÉMILE BERT (n° 14, 15, 20, 21, 22 et 26) . 309, 331, 411, 430, 445, 502		Diplôme des récompenses (n° 16)	351
CONGRÈS		ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES		Distinctions honorifiques (n° 1)	27
Congrès des brasseurs français. — La fabrication de la bière. Conférence faite au Congrès des brasseurs français, le 14 octobre 1889. E. DUCLAUX (n° 4)	110	CHRONIQUE PARLEMENTAIRE. — <i>Chambre des députés</i> . Le monopole de la fabrication des allumettes à la Chambre. — <i>Sénat</i> . Crédit de 53 millions autorisant le Ministère de la Marine à commander à l'industrie de nouveaux bâtiments de guerre. G. BRESSON (n° 5)	127	Entrées (les) à l'Exposition (n° 1 et 2)	27, 58
Congrès international des chemins de fer. Troisième session. Paris, 14-23 septembre 1889 (n° 22, 24, 25 et 26)	437, 477, 492, 508	— <i>Chambre des députés</i> . Le travail national. Les grévistes du Nord. — <i>Sénat</i> . Le travail des enfants et des filles mineures dans les établissements industriels. G. BRESSON (n° 6)	156	État définitif et général des entrées (n° 7)	183
Congrès international des chemins de fer. Les rails d'acier. F. VALTON (n° 22)	437	— Constitution de nouveaux groupes à la Chambre des députés. — Le groupe agricole. — Le groupe industriel, commercial et économique. — Le groupe du travail national. — Projets de loi sur le régime des transports par petite vitesse. — Le timbre proportionnel (n° 7)	174	Fermeture de la tour Eiffel (n° 5)	147
Congrès colonial tenu à Paris, au mois de décembre 1889 (n° 8, 12 et 13)	193, 273, 293	— <i>Sénat</i> . Mise à l'ordre du jour du rapport relatif aux améliorations du port du Havre. — <i>Chambre des députés</i> . Projet de loi portant déclaration d'utilité publique pour les travaux de dérivation et d'adduction à Paris des sources de la Vigne et de Verneuil (n° 8)	192	Fermeture des galeries du Champ de Mars (n° 1)	27
Congrès d'hygiène et de sauvetage de Toulon. Date d'ouverture (n° 22)	447	— Monopole de la fabrication des allumettes. — Droit du timbre sur les récépissés de chemins de fer (n° 9)	218	Fête de nuit pour la clôture de l'Exposition (n° 1)	27
Congrès de mécanique appliquée. Réunion du 16 au 21 septembre 1889 (n° 5)	147	— Adduction à Paris des sources de l'Avre. Élection de la Commission chargée d'examiner ce projet. — Loi relative aux délégués mineurs. — <i>Sénat</i> . Le projet de loi relatif au port du Havre (n° 14)	310	Incendie (Commencement d') au Palais des Beaux-Arts (n° 2)	58
Congrès monétaire international (n° 3)	87	Lois (les) d'affaires. Réorganisation du Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie. — Organisation du service des Ponts et Chaussées. — Création d'un Ministère du Travail. G. LATOUCHE (n° 22)	446	Jetons (les) de service (n° 2)	59
Congrès international des procédés de construction. Les fers fondus et les aciers (n° 22)	438			Laissez-passer (les) (n° 2)	59
Congrès international de l'utilisation des eaux fluviales. R. GENTILINI (n° 24)	476			Médailles commémoratives aux soldats américains (n° 5)	147
Congrès (cinquième) de sauvetage. E. CACHEUX (n° 11)	257			Palais (les) de l'Exposition. Rapport de M. Alphand au Ministère du Commerce et de l'Industrie sur la conservation d'une partie des bâtiments de l'Exposition au Champ de Mars (n° 7)	183
CONSTRUCTION				Pavillon Argentin (Adjudication du) (n° 8)	207
Imperméabilisation des murs en briques (n° 2)	38			Rapports des délégués anglais à l'Exposition (n° 16)	351
Magasins et élévateurs à grains de Liverpool et de Birkenhead. G.-A. RENEL (n° 3)	62			Rapports (les) généraux sur l'Exposition (n° 14)	319
Travail moléculaire dans les gangues hydrauliques en voie de solidification (n° 2)	38			Réexpédition des produits étrangers et français (n° 1)	27
CONSTRUCTIONS NAVALES				Réexpédition des produits français et étrangers. Instructions de la direction de l'exploitation y relatives (n° 2)	59
Bateau-torpilleur. Les expériences du bateau « Goubet ». (<i>Correspondance</i> .) G. VITAUX (n° 25)	493			Société Polytechnique de Bohême, à Prague. Communication faite à cette Société sur l'Exposition universelle de Paris en 1889. (<i>Correspondance</i> .) C. LUDWICK (n° 15)	335
Cuirassé (le) anglais « Victoria » E. LISBONNE (n° 9)	209				

	Pages		Pages		Pages
Tombola (la) de l'Exposition (n° 10 et 13) 247, 299		Pétrole. — L'industrie du pétrole à l'Exposition. Exposition panoramique du pétrole, de MM. Deutsch, au pont d'Iéna (Champ de Mars). PH. DELAHAYE (n° 5)	121	Frein. Modification du frein de Prony (n° 20). 414	
— Tirage de la tombola (n° 15)	335	Piat (la maison), à Paris. Monographie. G. THAREAU (n° 8)	196	Graisier (nouveau) mécanique à débit réglable et niveau visible (n° 26)	511
Tour Eiffel. — Réouverture de la Tour de 300 mètres (n° 22)	417	Portugal (le) et les colonies portugaises à l'Exposition. R. GENTILINI (n° 12)	280	Halage (essais de) funiculaire. Système Oriolle. P. DE MONICOURT (n° 1)	3
Coignet (la maison). Monographie. FORIS (n° 13) 295		Richesses (les) minérales du Brésil, de la République Argentine et du Chili à l'Exposition. F. MARIÉ-DAVY (n° 10)	245	Machine à fileter les boulons et à tarauder les écrous (n° 8)	190
Colonies (les) françaises. — Congrès colonial national (n° 7)	176	Saint-Chamond. — Compagnie des hauts fourneaux, forges et aciéries de la marine et des chemins de fer. — Ses travaux militaires. FERRÉOL COMPORTEY (n° 2)	39	Machine (la) à vapeur horizontale de 1 000 chevaux de l'Exposition. (Planche XX.) MAX DE NANSOUTY (n° 6)	149
Congrès de mécanique appliquée. Réunion du 16 au 21 septembre 1889 (n° 5)	147	Salvador. — L'Exposition des Républiques de l'Amérique centrale. République du Salvador. R. GENTILINI (n° 3)	79	Magasins et éleveurs à grains de Liverpool et de Birkenhead. G.-A. RENEL (n° 3)	62
Congrès des brasseurs français. — La fabrication de la bière. Conférence faite au Congrès des brasseurs français, le 14 octobre 1889. E. DUCLAUX (n° 4)	110	Sauvetage. (V. Navigation et sauvetage.) Teinture. — De l'instabilité des nouvelles couleurs en teinture. CH.-AUG. DECAUX (n° 11). 262		Moteur à gaz à trois cylindres. Capitaine L. MULLER (n° 12)	271
Congrès international des chemins de fer. Troisième session. Paris, 14-23 septembre 1889 (n° 22, 24, 25 et 26)	437, 477, 492, 508	Tuilerie de Bourgogne. — Société de la grande tuilerie de Bourgogne, à Montchanin-les-Mines (Saône-et-Loire). Monographie. G. PETIT (n° 14)	311	Moutons à friction (n° 1)	10
Congrès international de l'utilisation des eaux fluviales. R. GENTILINI (n° 24)	476	Victoria. — L'État de Victoria à l'Exposition. R. GENTILINI (n° 26)	506	Outil à percussion pneumatique (n° 12)	272
Congrès monétaire international (n° 3)	87			Pompes à fonctionnement automatique pour le relevage des eaux d'égout. (Planche XXXIX) (n° 23)	460
Corderie (la) et la câblerie à l'Exposition. L. DE LONGRAIRE (n° 18)	379	GÉNIE CIVIL		Ponts tournants. Nouvelle voie pour plaque de rotation dans les ponts tournants (n° 20)	414
Costa-Rica. — L'Exposition des Républiques de l'Amérique centrale. République de Costa-Rica. R. GENTILINI (n° 4)	105	Avis aux actionnaires. Convocation pour l'assemblée générale du 31 mars 1890 (n° 19)	399	Riveuse hydraulique de 206 tonnes. (Planche XXXIX) (n° 23)	459
Creusot. — Les industries maritimes du Creusot. La machine. (Planches V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI et XVII.) E. WEYL (n° 3 et 4)	73, 100	GÉODÉSIE		Tensions élastiques dans les arcs. Détermination et emploi des lignes d'influence des tensions élastiques dans les arcs pleins et les arcs réticulaires articulés aux naissances. BERTRAND DE FONTVIOLANT (n° 19 et 20)	391, 406
Deutsch (établissements de MM.). — L'industrie du pétrole à l'Exposition. (Planche XIX.) PH. DELAHAYE (n° 5)	129	Nouveau tachéomètre. A. DEBAINS (n° 5)	128	Turbine réversible. Emploi d'une turbine réversible à l'intérieur d'une mine. (Planche XLI.) L. KNAB (n° 25)	488
Echardonnage des laines exotiques (n° 7)	180	Traité de nivellement de haute précision, par M. Ch. Lallemand. Etude bibliographique. M. D'OCAGNE (n° 6)	152		
Enseignement technique. — L'exposition de l'enseignement technique (n° 11)	263	HYDRAULIQUE		MÉTALLURGIE	
Exposition (l') des Républiques de l'Amérique centrale. R. GENTILINI (n° 2)	52	Barrage. — Système de barrage mobile à grande chute. (Planche XXVII.) G. RICHOU (n° 12) 268		Congrès international des chemins de fer. Les rails d'acier. F. VALTON (n° 22)	437
Finlande. — Le grand-duché de Finlande à l'Exposition. R. GENTILINI (n° 6)	163	Usine élévatrice de Bercy, à Paris. Service municipal des eaux. (Planche XXXII.) R. AUDRA (n° 17)	353	Congrès international des procédés de construction. Les fers fondus et les aciers (n° 22)	438
Fives-Lille (Compagnie de). — Monographie. G. RICHOU (n° 9)	219			Dosage du silicium dans les ferro-siliciums et les silico-spiegels (n° 20)	413
Freins (les) continus à l'Exposition. (Planche XXII.) GEORGES LESOURD (n° 8, 9, 10, 13, 14 et 15)	205, 230, 244, 297, 317, 333	HYGIÈNE		Iron and Steel Institute. — Congrès et conférences de l'Exposition. Réunion d'automne de l'Iron and Steel Institute (n° 3 et 4). 85, 108	
Gaget, Gauthier et C ^{ie} (ancienne maison Monduit et Béchet). Monographie. R. PERSONNE DE N. SENNEVOY (n° 10)	241	Chauffage (le) des voitures de place (n° 8)	195	Métallurgie (Produits de l'exploitation des Mines et de la). Fonte, fer et acier. G. BRESSON (n° 1 et 2)	25, 53
Grèce (la) à l'Exposition. R. GENTILINI (n° 9)	227	Conférence au Conservatoire des Arts et Métiers, sur l'Hygiène de l'adolescence (n° 11)	259	Trempe (la) de l'acier (n° 11)	259
Guatemala. — Exposition des Républiques de l'Amérique centrale. République de Guatemala. R. GENTILINI (n° 2)	52	Crémation (la) en France en 1889. HENRY MAMY (n° 23)	457		
Hermann-Lachapelle. Maison J. Boulet et C ^{ie} . Monographie. HENRY MAMY (n° 12)	275	Eau (l') de source à Paris (n° 8)	195	MÉTÉOROLOGIE	
Honduras. — L'Exposition des Républiques de l'Amérique centrale. République de Honduras. R. GENTILINI (n° 3)	80	Four Whiting pour la carbonisation des ordures ménagères (n° 21)	431	Météorologie et mortalité de Paris en 1889. F. MARIÉ-DAVY (n° 16)	343
Hygiène (l') à l'Exposition de 1889. F. MARIÉ-DAVY (n° 2)	56	Hygiène (l') de l'adolescence. Conférence faite au Conservatoire des Arts et Métiers, le 19 janvier 1890. Dr HECTOR GEORGE (n° 21)	425		
Industrie textile. — Le matériel de l'industrie textile à l'Exposition. (Suite. Voir tome XV, n° 16, p. 349.) — Matériel de la filature de laine. — Matériel du tissage. ALFRED RENOUARD (n° 6, 7, 8, 9, 10 et 11). 164, 177, 204, 228, 241, 260		Hygiène (l') à l'Exposition de 1889. F. MARIÉ-DAVY (n° 2)	56	MEUNERIE	
Iron and Steel Institute. — Congrès et conférences de l'Exposition. Réunion d'automne de l'Iron and Steel Institute (n° 3 et 4) 85, 108		Incinération (l') des corps. Dr HECTOR GEORGE (n° 8)	191	Meunerie (la) à l'Exposition. SCHIOLD-TREHERNE (n° 20, 21 et 22)	408, 427, 461
Italie. — L'Exposition de l'Italie. R. GENTILINI (n° 3)	78	Microbes (les) des eaux. HENRY MAMY (n° 24) 468			
Kennedy (la maison). Kennedy's Patent Water Meter C ^{ie} (n° 1)	21	INDUSTRIES TEXTILES		MINES	
Locomotive (la) à voie étroite à l'Exposition. GÉRARD LAVERGNE (n° 12)	281	Échardonnage des laines exotiques (n° 7)	180	Appareil pour séparer les particules métalliques des matières terreuses (n° 17)	367
Machine (la) à vapeur horizontale de 1000 chevaux de l'Exposition. (Planche XX.) MAX DE NANSOUTY (n° 6)	149	Industrie textile. — Le matériel de l'industrie textile à l'Exposition. (Suite. Voir tome XV, n° 16, p. 349.) — Matériel de la filature de laine. — Matériel du tissage. ALFRED RENOUARD (n° 6, 7, 8, 9, 10 et 11). 164, 177, 204, 228, 241, 260		Gaz naturel. Diminution dans la production du gaz naturel à Pittsburg (n° 17)	367
Menier (Etablissements). Fabrication du chocolat. — Fabrication du caoutchouc. (Planches I, II et III.) MAX DE NANSOUTY (n° 1) 12		MÉCANIQUE		Mines. — L'Exposition du service des mines (n° 8)	207
Meunerie (la) à l'Exposition. SCHIOLD-TREHERNE (n° 20, 21 et 23)	408, 427, 461	Appareil à enregistrer les vitesses des machines. F. DE SOMER (n° 7)	173	Mines (produits de l'exploitation des) et de la métallurgie. — Fonte, fer et acier. G. BRESSON (n° 1 et 2)	25, 53
Mines. — L'Exposition du service des mines (n° 8)	207	Appareil enregistreur des dépressions produites par l'échappement dans la boîte à fumée des locomotives, étudié et construit par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. G.-A. RENEL (n° 21)	423	Ouro Preto et les mines d'or (Brésil). PAUL FERRAND (n° 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 et 21) 285, 303, 325, 338, 355, 374, 389, 421	
Mines (Produits de l'exploitation des) et de la métallurgie. — Fonte, fer et acier. G. BRESSON (n° 1 et 2)	25, 53	Arbres flexibles pour transmissions. E. LISBONNE (n° 23)	460	Perforatrice à diamant mue par l'électricité (n° 18)	383
Navigation et sauvetage. — Le matériel de la navigation et du sauvetage à l'Exposition. Capitaine L. MULLER (n° 3, 6 et 7) 84, 167, 181		Changement de marche à vapeur. Nouveau système à verrouillage automatique de la Compagnie de l'Ouest (n° 4)	97	Richesses (les) minérales du Brésil, de la République Argentine et du Chili à l'Exposition. F. MARIÉ-DAVY (n° 10)	245
Nicaragua. — L'Exposition des Républiques de l'Amérique centrale. République du Nicaragua. R. GENTILINI (n° 4)	104	Élévateurs de grains. — Construction d'élevateurs en Russie (n° 4)	99		
Nouvelle-Zélande. La Nouvelle-Zélande à l'Exposition. R. GENTILINI (n° 16)	348	Etau à crémaillère et à serrage rapide pour le travail des pièces coniques et cylindriques sur machines à fraiser et à raboter (n° 7)	173	MONOGRAPHIES	
		Excavateur pour tranchées étroites (n° 19)	399	Asphaltes. — Compagnie générale des asphaltes de France. G.-L. PESCE (n° 6)	159

	Pages
Fives-Lille (Compagnie de). Exposition universelle de 1889. G. RICHOU (n° 9)	213
Gaget, Gauthier et C ^{ie} (ancienne maison Monduit et Béchet). Exposition universelle de 1889. R. PERSONNE DE N. SENNEVOY (n° 10).	241
Hermann-Lachapelle. Maison J. Boulet et C ^{ie} . Exposition universelle de 1889. HENRI MAMY (n° 12).	275
Kennedy (la maison). — Kennedy's Patent Water Meter C ^o (n° 1)	21
Menier (Établissements). Fabrication du chocolat. — Fabrication du caoutchouc. (<i>Planches I, II et III.</i>) MAX DE NANSOUTY (n° 1)	12
Piat (la maison), à Paris. — <i>Exposition universelle de 1889.</i> G. THAREAU (n° 8)	196
Saint-Chamond. — Compagnie des hauts fourneaux, forges et aciéries de la Marine et des chemins de fer. — Ses travaux militaires. FERRÉOL COMPORTEY (n° 2).	39
Tuilerie de Bourgogne. — Société de la grande tuilerie de Bourgogne, à Montchanin-les-Mines (Saône-et-Loire). Exposition universelle de 1889. G. PETIT (n° 14)	311

NAVIGATION

Blocs de glace de l'Atlantique (n° 18).	383
Conférence (la) maritime internationale de Washington (n° 14)	310
Mouvement de la navigation des navires de mer dans le port d'Anvers (n° 12)	274
Navigation (la) à vapeur sur les canaux (n° 15).	332
Navigation et sauvetage. — Le matériel de la navigation et du sauvetage à l'Exposition. Capitaine L. MULLER (nos 3, 6 et 7) 84, 167, ...	181

NÉCROLOGIE

Bandérali (David). Notice biographique. M. COSSMANN (n° 24)	479
Bonnet (Auguste), professeur à l'Ecole Centrale. Notice nécrologique. P. REGNARD (n° 6)	158
Charton (Edouard). Notice nécrologique (n° 20).	413
Durenne (A.) (n° 11)	258
Hirn (Gustave-Adolphe). — Notice biographique. WILLIAM GROSSETTE (n° 16).	345
Muller (Emile). Notice biographique (n° 3)	61
— Les obsèques (n° 4).	90
— céramiste. CH. LAUTH (n° 10)	236
Lelong (Théodore) (n° 6).	158
Péligot (Eugène). Notice nécrologique. C. VINCENT (n° 26)	510
Phillips (M.). Notice nécrologique. H. LÉAUTÉ (n° 10)	240
Pothier (Francis) (n° 6)	157
Quesneville (le docteur) (n° 6)	158
Solignac (le colonel), ancien directeur de l'Ecole Centrale. Notice nécrologique. A. GOUILLY (n° 26).	511

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Baromètre (le) à eau de la tour Saint-Jacques. JOSEPH JAUBERT (n° 2).	34
Chaudières multitubulaires. — Note sur l'application des chaudières multitubulaires aux navires de guerre et du commerce. MAURICE DEMOULIN (n° 11).	253
Distribution de chaleur et de force motrice par circulation d'eau chaude. (<i>Planche XL.</i>) G. RICHOU (n° 24)	466
Fumivore. Nouvel appareil fumivore (n° 21)	431
Gaz. L'humidité et le pouvoir éclairant du gaz (n° 17).	367
Glace. — Nouvelle machine à glace. HENRI MAMY (n° 6)	151
Huiles de graissage. — Recherches sur le pouvoir lubrifiant des huiles de graissage, entreprises par le service central du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Est. (<i>Planche XXXVIII.</i>) G.-A. RENEL (nos 22 et 23)	439, 455
Poêle-cheminée (nouveau). MICHEL PERRET (n° 25)	488
Pyromètre différentiel à circulation d'eau. L. KNAB (n° 15)	327
Séchage des explosifs. Nouvel appareil pour le séchage des explosifs. FORIS (n° 22)	443

REVUE

DES ORGANES TECHNIQUES ALLEMANDS
par G. BRESSON

Résultats d'exploitation du chemin de fer métropolitain de Berlin. — Statistique des ap-

pareils à vapeur du royaume de Prusse pour l'année 1888. — Visite des Ingénieurs américains aux établissements industriels de la Prusse rhénane (n° 4).	98
Fabrication de l'acide carbonique liquide. — Assemblée générale annuelle des Ingénieurs des mines allemands. — Exposition universelle de 1889 (n° 10)	237
Renforcement de la voie sur les lignes de grand trafic en Allemagne et en Autriche. — Nouvelles commandes de matériel roulant par les chemins de fer de l'Etat prussien. — Emploi du téléphone dans le service des chemins de fer. — Le nouveau Museum d'histoire naturelle de Berlin. — Roulement des hauts fourneaux de Westphalie pendant la grève du printemps dernier (n° 16)	342
Dimensions principales des halles des grandes gares à voyageurs. — Statistique de la production de fonte en Allemagne pour l'année 1889. — Développement du réseau téléphonique de l'empire allemand en 1889 (n° 24)	472

REVUE

DES ORGANES TECHNIQUES AMÉRICAINS
par FORIS.

Nouveaux appareils pour la combustion du pétrole brut. — Nouveau système d'engrenages coniques. La vitesse des trains en Amérique. — Le réseau des chemins de fer aux Etats-Unis. — Nouvelle locomotive compound (n° 18)	379
Nouveau système de piston pour les machines à vapeur horizontales. — Roue élastique pour les locomotives routières. — Nouvelle chaudière à haute pression pour la marine, de M. Casobourne. — Nouvelles machines d'imprimerie. — Les freins continus et les attelages automatiques aux Etats-Unis (n° 21)	427

REVUE

DES ORGANES TECHNIQUES ANGLAIS
par FLOREN.

<i>Travaux publics.</i> Le pont du Forth. — <i>Mécanique.</i> Réunion à Newcastle de la British Association. Communication de M. Kennedy sur la transmission de la force motrice au moyen de l'air comprimé (système Popp). Transmission à l'air comprimé, système Sturgeon. — <i>Téléphonie.</i> Communications téléphoniques entre Paris et Londres. Communication de M. Preece à la British Association. — <i>Métallurgie.</i> Production de la fonte et de l'acier dans le Royaume-Uni. Mouvement commercial. Consommation (n° 3).	68
<i>Chemins de fer.</i> Usage du Block-system et des appareils à enclenchement sur les chemins de fer anglais. — Les chemins de fer dans l'Inde anglaise. — <i>Vitesse des paquebots à vapeur transatlantiques.</i> — <i>Mines.</i> La lampe de sûreté Thorneburry. — <i>Electricité.</i> Traitement électrique des eaux d'égout. — <i>Télégraphie militaire.</i> — <i>Physique industrielle.</i> Economie dans le chauffage des chaudières. — <i>Métallurgie.</i> <i>Institution of Mechanical Engineers.</i> Etude de M. Cochrane sur les avantages relatifs du calcaire et de la chaux comme fondants pour la fabrication de la fonte dans les hauts fourneaux (n° 9).	213
<i>Travaux publics.</i> Un canal des Deux-Mers en Ecosse. — Chemins de fer souterrains à Glasgow et à Londres. — <i>Constructions navales.</i> Le nouveau croiseur Blake. — <i>Physique industrielle.</i> Le tirage forcé. — <i>Mines.</i> L'épuisement des houillères. — <i>Electricité.</i> Essais de dynamos à Deptford. — L'éclairage électrique à l'Exposition d'Edimbourg. — <i>Hydraulique.</i> Fourniture d'eau à Londres (n° 17).	360

SCIENCES

Leçons sur la théorie mathématique de l'électricité. Analyse de l'ouvrage de M. J. Bertrand. MAURICE LÉVY (n° 14)	306
Tracé (sur le) des arcs de parabole. (<i>Correspondance.</i>) BÉDAUX (n° 11)	258

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES
Académie des Sciences. G. PETIT.

	Pages
Séance du 30 septembre 1889 (n° 1).	28
— 7 octobre — (n° 2).	60
— 14 — — (n° 3).	88
— 21 — — (n° 4).	112
— 28 — — (n° 5).	148
— 4 novembre — (n° 6).	168
— 11 — — (n° 7).	184
— 18 — — (n° 9).	232
— 25 — — (n° 10).	248
— 2 décembre — (n° 13).	300
— 9 — — (n° 15).	336
— 16 — — (n° 16).	352
— 23 — — (n° 17).	368
— 6 janvier 1890 (n° 18).	384
— 13 — — (n° 18).	384
— 20 — — (n° 19).	400
— 27 — — (n° 19).	400
— 10 février — (n° 19).	400
— 17 — — (n° 20).	416
— 24 — — (n° 20).	416
— 3 mars — (n° 21).	432
— 10 — — (n° 21).	432
— 17 — — (n° 24).	480
— 24 — — (n° 25).	496
— 31 — — (n° 26).	512

Association française pour l'avancement des sciences. Conférences de Paris en 1890 (n° 14) 320

Société centrale des Architectes français. Nomination du bureau pour 1890 (n° 14) 320

Société chimique de Paris.

Juillet 1889 (n° 4).	112
Novembre — (n° 5)	148
— — (n° 8)	208
Décembre — (n° 11)	264
— — (n° 12)	284
Janvier 1890 (n° 14)	320
— — (n° 22)	448
Février — (n° 22)	448
— — (n° 23)	464
— — (n° 24)	480
Mars — (n° 25)	496

Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

Séance du 26 octobre 1889 (n° 8)	208
— 8 novembre — (n° 9)	232
— 10 janvier 1890 (n° 23)	464
— 24 — — (n° 23)	464
— 14 février — (n° 23)	464
— 28 — — (n° 25)	496
— 28 mars — (n° 26)	512

Société des agriculteurs de France. Ouverture de la vingt et unième session annuelle (n° 14) 320

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 4 octobre 1889 (n° 5)	148
— 18 — — (n° 5)	148
— 22 novembre — (n° 9)	232
— 20 décembre — (n° 10)	248
— 3 janvier 1890 (n° 17)	368
— 17 — — (n° 17)	368
— 7 février — (n° 18)	384
— 21 — — (n° 20)	416
— 7 mars — (n° 24)	480
— 21 — — (n° 26)	512

Société française des habitations à bon marché. Assemblée générale. Nomination du Conseil d'administration (n° 21) 432

Société industrielle du Nord de la France.

Septembre 1889. Perfectionnements aux métiers renvideurs, par M. Noël. — Régulateur double de pression pour le gaz, de M. Féron (n° 6) 168

Octobre 1889. Méthode de dosage rapide des impuretés de l'alcool. — La saccharine de Fahlberg (n° 11) 264

Novembre 1889. Les perturbations apportées par la gelée dans le service du gaz. — Les unités de puissance. Cheval-vapeur, Kilowatt et Poncelet (n° 12). 284

Société internationale des électriciens. Assemblée générale du 2 avril 1890. Renouvellement partiel du Comité d'administration (n° 24) 480

TRAVAUX PUBLICS

Adduction de nouvelles sources à Paris. HENRI MAMY (n° 18)	372
Amélioration de l'estuaire de la Tees. (<i>Planche XXVI.</i>) G. RICHOU (n° 11).	251
Bassin de radoub. Prolongement du bassin de radoub de Livourne. (<i>Planche XXXI.</i>) HENRI MAMY (n° 16)	337
Bassins de radoub du port de Gènes. (<i>Planche XVIII.</i>) HENRI MAMY (n° 5)	
Canal de Paris à la mer. Proposition de réso-	

	Pages		Pages		Pages
lution déposée sur le bureau de la Chambre (n° 21)	431	Pont tournant de Drypool à Hull. (<i>Planche XXX</i>) (n° 15)	327	Cheminées. — Les grandes cheminées d'usines (n° 16).	347
Canal. Percement d'un canal dans l'isthme du Holstein (n° 2)	38	Ponts (les) tubulaires. Pont monté par des sapeurs du régiment des chemins de fer au polygone du Génie, à Versailles (n° 23).	463	Coloration artificielle du marbre (n° 8).	195
Drainage de la vallée de Mexico. JAMES GROS-CLAUDE (n° 19).	385	Port de Tunis (construction du) (n° 7).	175	Conservation des cheminées en tôle (n° 11).	259
Excavateur pour tranchées étroites (n° 19)	399	Port du Havre. Projet de loi relatif à l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine. G. LATOUCHE (nos 8, 13, 15 et 19)	192, 291, 332, 397	École Polytechnique (la translation de l') à Saint-Cloud (n° 26).	511
Forme de radoub. Nouvelle forme de radoub en bois construite à Brooklyn (N.-Y.) (n° 11)	249	Port (le) du Havre. (<i>Correspondance</i> .) E. CHABRIER (n° 16)	344	États-Unis (les) à vol d'oiseau. G. MOREAU (nos 14, 16, 17, 18)	301, 340, 358
Halage (Essais de) funiculaire. Système Oriolle. P. DE MONICOURT (n° 1).	3	Port (le) du Havre et l'estuaire de la Seine. (<i>Correspondance</i> .) J. DE COENE (n° 20).	412	Explosion (l') de la cartoucherie Carvilain, à Anvers. CH. TALANSIER (n° 25).	481
Hôtel de Ville de Yarmouth. Reprise en sous-œuvre de l'Hôtel de Ville de Yarmouth. (<i>Planche XXIV</i> .) G. RICHOU (n° 9).	213	Port (le) de Rochefort. J. AUROUS (n° 26).	497	Flambeau (le) électrique du ballet d'Ascanio, à l'Opéra de Paris (n° 25).	495
Phare métallique de Port-Vendres. MAX DE NANSOUTY (n° 17).	363	Ports (les) du Tonkin, (<i>Planche XXVIII</i> .) E. DE FAGES (n° 13).	288	Foire (la) de Nijnii-Novgorod. JAMES GROSCLAUDE (n° 15).	321
Pont (le) Caulaincourt, à Paris. (<i>Planche IV</i> .) HENRI MAMY (n° 2).	29	Réservoirs (les nouveaux) de Montmartre (<i>Planches XXV</i> .) R. AUDRA (n° 10).	233	Fontaines lumineuses. Nouvelles applications. R. GENTILINI (n° 10).	238
Pont. — Construction d'un pont métallique à la Guadeloupe (n° 5).	128	Travaux sous-marins de l'avant-port de La Pallice (La Rochelle). HENRI MAMY (n° 1)	1	Four Whiting pour la carbonisation des ordures ménagères (n° 21).	431
Pont de Torrington, du New-York, Newhaven et Hartford Railway, sur la rivière Naugatuck) États-Unis (n° 24)	465	Tunnel sous l'Hudson River à New-York (n° 20)	415	Gaz. L'humidité et le pouvoir éclairant du gaz (n° 17).	367
Pont du Forth. — Mise en place de la poutre centrale du pont du Forth. (<i>Planche XXIII</i> .) G.-A. RENEL (n° 9).	211	Viaduc (le) de la Souleuvre. (<i>Planches XXI et XXXIII</i> .) CH. JIMELS (nos 7 et 18)	169, 369	Gaz naturel. Diminution dans la production du gaz naturel à Pittsburg (n° 17)	367
Pont (le) du Forth. Les essais du pont du Forth (n° 20).	401			Météorites (les) du Mexique (n° 11)	259
Pont. Lancement d'un pont par le Génie militaire, à Argenteuil. HENRI MAMY (n° 8).	185			Musées (les) industriels (n° 22)	447
Pont. Projet de pont sur le Bosphore (n° 22).	447			Oasis. — Régime des eaux de l'oasis de Biskra (Algérie) (n° 23)	449
Pont-route de Santa-Guistina sur le ravin de Noce (Tyrol Méridional). (<i>Planche XLII</i>) (n° 26).	499			Obélisque du Central Park à New-York (n° 17)	367
Pont sur la Manche. — Commission d'enquête pour le pont sur la Manche (n° 11)	259			Palais de glace. Projet d'une tour Eiffel en glace à Montréal (Canada) (n° 16)	347
				Tonneaux à bière en papier (n° 12)	274

VARIÉTÉS

Adjudications de fils et de poteaux télégraphiques et de gomme pour les timbres-poste (n° 5).	128
Allumettes. — Mise en adjudication du monopole des allumettes (n° 3).	72
Allumettes. — Monopole (le) des allumettes chimiques (n° 11).	259
Bateau-pompe à incendie (n° 22).	447
Chaussées (les) en asphalte comprimé. (<i>Correspondance</i> .) LÉON MALO (n° 25).	494

VITICULTURE

Engrais (nouvel) pour la vigne (n° 20)	415
Production des vins français en 1889 (n° 17)	366
Raisin de luxe. Une nouvelle industrie française : la culture artificielle du raisin de luxe dans le Nord. ALFRED RENOUARD (n° 24)	470

PLANCHES

Planches I, II et III : Usine de Noisiel. Fabrique de chocolat de MM. Menier, et cité ouvrière.
Planche IV : Pont métallique de la rue Caulaincourt, à Paris.
Planches V, VI, VII, VIII, IX et X : Machines construites par le Creusot pour les navires Labrador, Mogador, Lave, Décidée, Minerve et Antilope.
Planches XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI et XVII : Machines construites par le Creusot pour les navires Redoutable, Formidable, Troude, Impératrice-Eugénie, Lafayette, Château-Margaux, et Ponton-bigue de 50 tonnes.
Planche XVIII : Bassin de radoub du port de Gênes.
Planche XIX : Exposition panoramique du pétrole au pont d'Iéna.
Planche XX : Machine horizontale à 4 tiroirs, type Farcot, de 1 000 chevaux.
Planche XXI : Le viaduc de la Souleuvre.

Planche XXII : Les freins continus à l'Exposition universelle de 1889.
Planche XXIII : Pont sur le Forth.
Planche XXIV : Reprise en sous-œuvre de l'Hôtel de Ville de Yarmouth.
Planche XXV : Nouveaux réservoirs de Montmartre.
Planche XXVI : Amélioration de l'estuaire de la Tee s.
Planche XXVII : Barrage mobile à grande chute.
Planche XXVIII : Les ports du Tonkin.
Planche XXIX : Nouvelle suspension pour voitures de chemins de fer.
Planche XXX : Pont tournant de Drypool, à Hull.
Planche XXXI : Prolongement du bassin de radoub de Livourne.
Planche XXXII : Usine élévatoire de Bercy, à Paris.
Planche XXXIII : Le viaduc de la Souleuvre. Montage du tablier métallique.
Planche XXXIV : Wagon-écurie de la Compagnie des chemins de fer de l'Est avec entrée par bout et par côtés.

Planche XXXV : Nouveau système de voie métallique.
Planches XXXVI et XXXVII : Application de l'électricité à l'éclairage et au transport de la force motrice dans les caves de MM. Chandon et Cie, à Épernay.
Planche XXXVIII : Machine à essayer les huiles, modèle 1885, de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.
Planche XXXIX : Riveuse hydraulique de 200 tonnes. — Pompes à fonctionnement automatique pour le relevage des eaux d'égout.
Planche XL : Distribution de chaleur et de force motrice par l'eau surchauffée.
Planche XLI : Turbine réversible actionnant un treuil.
Planche XLII : Pont-route de Santa-Guistina sur le ravin de Noce (Tyrol méridional).

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

	Pages		Pages		Pages
AUDRA (R.). — L'usine municipale d'électricité des Halles (n° 5)	113	DEMOULIN (Maurice). — Note sur l'application des chaudières multitubulaires aux navires de guerre et du commerce (n° 11)	253	GROSSETESTE (William). — Gustave-Adolphe Hirn. Notice biographique (n° 16) . .	345
— Les nouveaux réservoirs de Montmartre. (Planche XXV) (n° 10)	233	DUCLAUX (E.). — Exposition universelle de 1889. La fabrication de la bière. Conférence faite au Congrès des brasseurs français, le 14 octobre 1889 (n° 4)	110	JAUBERT (Joseph). — Le baromètre à eau de la tour Saint-Jacques (n° 2)	34
— Premières notions usuelles d'électricité (n° 8)	188	FAGES (E. de). — Les ports du Tonkin. (Planche XXVIII) (n° 13)	288	JIMELS (Ch.). — Le viaduc de la Soulevure. (Planches XXI et XXXIII) (n° 7 et 18)	169, 369
— Usine élévatoire de Bercy, à Paris. Service municipal des eaux. (Planche XXXIII) (n° 17)	353	FAUCONNEAU (Aristide). — Chronique militaire. Les grandes manœuvres. La cavalerie au camp de Châlons (n° 10)	239	KNAB (L.). — Emploi d'une turbine réversible à l'intérieur d'une mine. (Planche XLI) (n° 25)	488
AUROUS (J.). — Le port de Rochefort (n° 26).	497	FERRAND (Paul). — Ouro Preto et les mines d'or (Brésil) (n° 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21) 285, 303, 325, 338, 355, 374, 389, 421		— Pyromètre différentiel à circulation d'eau (n° 15)	327
AUSCHER (J.). — Installation des tramways à traction par câble sans fin, de San Francisco (n° 4 et 5)	94, 125	FLAMANT (A.). — Projet de chemin de fer métropolitain pour Paris (n° 1 et 2) . .	30	LATOUCHE (G.). — Les lois d'affaires. Réorganisation du Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie. — Organisation du service des Ponts et chaussées. — Création d'un Ministère du Travail (n° 22)	446
BÉDAUX. — Sur le tracé des arcs de parabole. (Correspondance) (n° 11)	258	FLOREN (G.). — Revue des organes techniques anglais (n° 3, 9 et 17)	68, 213, 360	— Projet de loi relatif à l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine (n° 8, 13, 15 et 19)	192, 291, 332, 397
BELLET (Daniel). — Le matériel roulant des chemins de fer français (n° 3)	66	FONTVIOLANT (Bertrand de). — Détermination et emploi des lignes d'influence des tensions élastiques dans les arcs pleins et les arcs réticulaires articulés aux naissances (n° 19 et 20)	391, 406	LAUTH (Ch.). — Emile Muller, céramiste. Notice biographique (n° 10)	236
— Les grèves. Renseignements statistiques (n° 9)	216	FORIS. — Exposition universelle de 1889. — Monographie de la maison Coignet (n° 13)	295	LAVERGNE (Gérard). — Exposition universelle de 1889. — La locomotive à voie étroite à l'Exposition (n° 12)	281
— Chemin de fer à crémaillère du Mont Pilate (n° 12)	265	— Nouvel appareil pour le séchage des explosifs (n° 22)	443	LÉAUTÉ (H.). — M. Phillips. Notice nécrologique (n° 10)	240
— Les étrangers en France, et les lois restrictives de l'immigration étrangère (n° 24 et 25)	473, 489	— Nouvelle suspension pour voitures de chemins de fer. (Planche XXIX) (n° 14)	304	LESOURD (Georges). — Exposition universelle de 1889. — Les freins continus à l'Exposition. (Planche XXII) (n° 8, 9, 10, 13, 14 et 15)	295, 230, 244, 297, 317, 333
BERT (Émile). — La question des traités de commerce (n° 14, 15, 20, 21, 22 et 26) .	309, 331, 411, 430, 445, 502	— Revue des organes techniques américains (n° 18 et 21)	379, 427	LÉVY (Maurice). — Leçons sur la théorie mathématique de l'électricité. Analyse de l'ouvrage de M. J. Bertrand (n° 14) .	306
BÉTHUYS (G.). — Un projet de ballon dirigeable. L'Avisol (n° 6)	154	GENTILINI (R.). — Exposition universelle de 1889. — Congrès international de l'utilisation des eaux fluviales (n° 24) . .	476	LEZÉ (R.). — Progrès de l'industrie de la laiterie en France (n° 9)	215
BLOCH (Frédéric). — Responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail. (Correspondance) (n° 18)	382	— — La Grèce à l'Exposition (n° 9) . .	227	LISBONNE (E.). — Arbres flexibles pour transmissions (n° 23)	460
BRESSON (G.). — Exposition universelle de 1889. — Produits de l'exploitation des mines et de la métallurgie (n° 1 et 2)	25, 53	— — La Nouvelle-Zélande à l'Exposition (n° 16)	318	— Le cuirassé anglais "Victoria" (n° 9) .	209
— Chronique parlementaire (n° 5 et 6) 127,	156	— — L'État de Victoria (Australie) à l'Exposition (n° 26)	506	LONGRAIRE (L. de). — Exposition universelle de 1889. — La corderie et la câblerie à l'Exposition (n° 18)	379
— Revue des organes techniques allemands (n° 4, 10, 16 et 24)	98, 237, 342, 472	— — Le grand-duché de Finlande à l'Exposition (n° 6)	163	LUDWICK (C.). — Exposition universelle de 1889. — Communication faite à la Société Polytechnique de Bohême, à Prague, sur l'Exposition. (Correspondance) (n° 15)	335
CACHEUX (E.). — Cinquième Congrès de sauvetage (n° 11)	257	— — L'Exposition de l'Italie (n° 3) . . .	78	MALO (Léon). — Les chaussées en asphalte comprimé. (Correspondance) (n° 25) .	494
CHABRIER (E.). — Le port du Havre. (Correspondance) (n° 16)	344	— — Le Portugal et les colonies portugaises à l'Exposition (n° 12)	280	MAMY (Henry). — Adduction de nouvelles sources à Paris (n° 18)	372
CHALON (P.-F.). — Les poudres sans fumée (n° 24 et 25)	467, 486	— — L'Exposition des Républiques de l'Amérique centrale : Guatemala, Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa-Rica (n° 2, 3 et 4)	52, 79, 104	— Bassins de radoub du port de Gènes. (Planche XVIII) (n° 5)	122
COENE (J. de). — Le port du Havre et l'estuaire de la Seine. (Correspondance) (n° 20)	412	— — Nouvelles applications des fontaines lumineuses (n° 10)	238	— La crémation en France en 1889 (n° 23)	457
COMPORTEY (Férréol). — Exposition universelle de 1889. — La Compagnie des hauts fourneaux, forges et aciéries de la Marine et des chemins de fer (Saint-Chamond). — Ses travaux militaires (n° 2)	39	GEORGE (Dr Hector). — L'hygiène de l'adolescence. Conférence faite au Conservatoire des Arts et Métiers, le 19 janvier 1890 (n° 21)	425	— Lancement d'un pont par le génie militaire, à Argenteuil (n° 8)	
COSSMANN (M.). — David Banderali. Notice biographique (n° 24)	479	— — L'incinération des corps (n° 8) . . .	191	— Monographie de la maison J. Boulet et C ^{ie} (Hermann-Lachapelle). Exposition universelle de 1889 (n° 12)	275
— Exposition universelle de 1889. — L'Exposition des chemins de fer. Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62. (Suite. V. tome XV, p. 459, 495, 534, 579, 615, 637) (n° 1, 2, 3, 4 et 5) 23, 55, 81, 105, 144	128	GIBON (A.). — Des assurances (n° 25) . .	491	— Les microbes des eaux (n° 24)	468
DEBAINS (A.). — Nouveau tachéomètre (n° 5).	128	— Société française des habitations à bon marché. Séance du 2 février 1890, à l'Hôtel Continental (n° 16)	344	— Nouvelle machine à glace (n° 6) . . .	151
DECAUX (Ch. Aug.). — De l'instabilité des nouvelles couleurs en teinture (n° 11) .	262	GOUILLY (A.). — Le colonel Solignac, ancien directeur de l'École Centrale. Notice nécrologique (n° 26)	511	— Le pont Caulaincourt, à Paris. (Planche IV) (n° 2)	29
DELAHAYE (Ph.). — Exposition universelle de 1889. — L'industrie du pétrole à l'Exposition. Établissements de MM. Deutsch (n° 3)	129	GROSCLAUDE (James). — Drainage de la vallée de Mexico (n° 19)	385	— Prolongement du bassin de radoub de Livourne. (Planche XXXI) (n° 16) . .	337
		— La foire de Nijnii-Novgorod (n° 15) . .	321	— Travaux sous-marins de l'avant-port de La Pallice (La Rochelle) (n° 1) . . .	1
		— Les chemins de fer au Mexique (n° 22 et 23)	433, 451	— La ventilation des wagons (n° 22) . .	442

	Pages		Pages		Pages
MANCEAU (Claude). — <i>Encyclopédie de l'architecture et de la construction</i> . Directeur P. Planat. Notice bibliographique (n° 8)	208	Séance du 30 septembre 1889 (n° 1).	28	RENOUARD (Alfred). — <i>Exposition universelle de 1889</i> . — Le matériel de l'industrie textile à l'Exposition. (<i>Suite</i> . Voir tome XV, n° 16, p. 349.) — Matériel de la filature de laine. Matériel du tissage (n° 6, 7, 8, 9, 10 et 11). 164, 177, 204, 228, 241, ...	260
MARIÉ-DAVY (F.). — <i>Exposition universelle de 1889</i> . — L'hygiène à l'Exposition (n° 2)	56	— 7 octobre — (n° 2).	60	— Une nouvelle industrie française : la culture artificielle du raisin de luxe dans le Nord (n° 24).	470
— <i>Météorologie et mortalité de Paris en 1889</i> (n° 16)	343	— 14 — — (n° 3).	88	RICHOU (G.). — Amélioration de l'estuaire de la Tees. (<i>Planche XXVI</i>) (n° 11)	251
— Les richesses minérales du Brésil, de la République Argentine et du Chili à l'Exposition universelle de 1889 (n° 10)	245	— 21 — — (n° 4).	112	— Distribution de chaleur et de force motrice par circulation d'eau chaude. (<i>Planche XL</i>) (n° 24)	466
MONICOURT (P. de). — Essais de halage funiculaire. Système Oriolle (n° 1)	3	— 28 — — (n° 5).	148	— <i>Exposition universelle de 1889</i> . — Monographie de la Compagnie de Fives-Lille (n° 9).	219
MONTLAUR (A.). — Mouvement de la construction navale commerciale. (<i>Correspondance</i>) (n° 19)	398	— 4 novembre — (n° 6).	168	— Reprise en sous-œuvre de l'Hôtel de Ville de Yarmouth. (<i>Planche XXIV</i>) (n° 9)	213
MOREAU (G.). — Les Etats-Unis à vol d'oiseau (n° 14, 16, 17 et 18). 301, 310, 358, ...	376	— 11 — — (n° 7).	184	— Système de barrage mobile à grande chute. (<i>Planche XXVII</i>) (n° 12).	268
— L'Exposition de 1892 aux Etats-Unis. (<i>Correspondance</i>) (n° 2).	35	— 18 — — (n° 9).	232	ROCA (E.). — Rectification continue des alcools (n° 8)	187
MOSTICKER (A.). — <i>Exposition universelle de 1889</i> . — La céramique (n° 16 et 17)	349, 364	— 25 — — (n° 10).	248	ROSSI (Auguste-J.). — L'exposition de 1892 aux Etats-Unis. (<i>Correspondance</i>) (n° 3)	70
MULLER (Capitaine L.). — <i>Exposition universelle de 1889</i> . — Le matériel de la navigation et du sauvetage à l'Exposition (n° 3, 6 et 7)	84, 167, 181	— 2 décembre — (n° 13).	300	— Exposition de 1892. — L'éclairage électrique à New-York. (<i>Correspondance</i>) (n° 6)	156
— Moteur à gaz à trois cylindres (n° 12)	271	— 9 — — (n° 15).	336	SCHIELD-TREHERNE. — <i>Exposition universelle de 1889</i> . — La brasserie à l'Exposition (n° 19).	394
NANSOUTY (Max de). — <i>Exposition universelle de 1889</i> . — Etablissements Menier. Fabrication du chocolat. — Fabrication du caoutchouc. (<i>Planches I, II et III</i>) (n° 1)	12	— 16 — — (n° 16).	352	— La meunerie à l'Exposition (n° 20, 21 et 23).	408, 427, 461
— — La machine à vapeur horizontale de 1 000 chevaux de l'Exposition. (<i>Planche XX</i>) (n° 6).	149	— 23 — — (n° 17).	368	SOMER (F. de). — Appareil à enregistrer les vitesses des machines (n° 7).	173
— Le phare métallique de Port-Vendres (n° 17).	363	— 6 janvier 1890 (n° 18).	384	TALANSIER (Ch.). — L'explosion de la cartouche Corvilain, à Anvers (n° 25)	481
— La statistique graphique (n° 11).	255	— 13 — — (n° 18).	384	THAREAU (G.). — <i>Exposition universelle de 1889</i> . — La maison Piat, à Paris. Monographie (n° 8)	196
OCAGNE (M. d'). — <i>Traité de nivellement de haute précision</i> , par M. Ch. Lallemand. Etude bibliographique (n° 6).	152	— 20 — — (n° 19).	400	TISSANDIER (Gaston). — <i>Exposition universelle de 1889</i> . — L'aéronautique à l'Exposition (n° 3)	83
OPPIZZI (Pietro). — Utilisation de la gravité pendant la descente des trains sur les chemins de fer à fortes rampes (<i>Correspondance</i>) (n° 26)	510	— 27 — — (n° 19).	400	VALTON (F.). — Congrès international des chemins de fer. Les rails d'acier (n° 22).	437
PERRET (Michel). — Nouveau poêle-cheminée (n° 25).	488	— 10 février — (n° 19).	400	VINCENT (C.). — M. Eugène Pélégot. Notice nécrologique (n° 26).	510
PERSONNE DE N. SENNEVOY (R.). — Monographie de la maison Gaget, Gauthier et C ^{ie} (ancienne maison Monduit et Béchét) (n° 10)	241	— 17 — — (n° 20).	416	VITAEUX (G.). — Les expériences du bateau « Goubet ». (<i>Correspondance</i>) (n° 25)	494
PESCE (G.-L.). — <i>Exposition universelle de 1889</i> . — Compagnie générale des asphaltes de France. Monographie (n° 6)	159	— 24 — — (n° 20).	416	WEYL (E.). — <i>Exposition universelle de 1889</i> . Les industries maritimes du Creusot. La machine. (<i>Planches V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI et XVII</i>) (n° 3 et 4).	73, 100
PETIT (G.). — Académie des sciences :		— 3 mars — (n° 21).	432		
		— 10 — — (n° 21).	432		
		— 17 — — (n° 24).	480		
		— 24 — — (n° 25).	496		
		— 31 — — (n° 26).	512		
		— <i>Exposition universelle de 1889</i> . — Monographie de la Société de la grande tuilerie de Bourgogne, à Montchanin-les-Mines (Saône-et-Loire) (n° 14).	311		
		— Nouveau système de voie métallique. (<i>Planche XXXV</i>) (n° 20).	405		
		ORTEVIN (H.). — Application de l'électricité à l'éclairage et au transport de la force motrice dans les caves de MM. Chandon et C ^{ie} , successeurs de Moët et Chandon, à Epernay. (<i>Planches XXXVI et XXXVII</i>) (n° 21).	417		
		REGNARD (P.). — Auguste Bonnet, professeur à l'Ecole Centrale. Notice nécrologique (n° 6)	158		
		RENEL (G.-A.). — Appareil enregistreur des dépressions produites par l'échappement dans la boîte à fumée des locomotives, étudié et construit par la Compagnie des chemins de fer de l'Est (n° 21)	423		
		— Magasins et élévateurs à grains de Liverpool et de Birkenhead (n° 3).	62		
		— Mise en place de la poutre centrale du pont du Forth. (<i>Planche XXIII</i>) (n° 9)	211		
		— Recherches sur le pouvoir lubrifiant des huiles de graissage, entreprises par le service central du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Est. (<i>Planche XXXVIII</i>) (n° 22 et 23)	439, 455		

